

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-106493

(43)公開日 平成5年(1993)4月27日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

F 0 2 D 41/22

識別記号

3 0 5 K 9039-3G

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全29頁)

(21)出願番号 特願平3-271203

(22)出願日 平成3年(1991)10月18日

(71)出願人: 000005326

本田技研工業株式会社  
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 関 康成  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

(72)発明者 佐藤 敏彦  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

(72)発明者 熊谷 克裕  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

(74)代理人 弁理士 落合 健 (外1名)

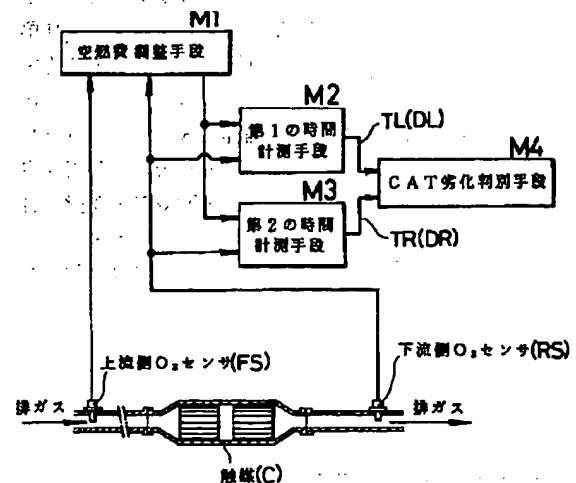
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 触媒の劣化判定装置

(57)【要約】

【目的】 触媒の $O_2$  ストレージ能力の特性を考慮して正確な触媒の劣化判定を行う。

【構成】 空燃比制御手段M1が空燃比をリーン側に変化させた時点から、下流側 $O_2$  センサRSの出力がリッチからリーンに反転するまでの時間TLを第1の時間計測手段M2で計測するとともに、空燃比をリッチ側に変化させた時点から、下流側 $O_2$  センサRSの出力がリーンからリッチに反転するまでの時間TRを第2の時間計測手段M3で計測し、触媒劣化判別手段M4は前記時間TLとTRの平均値が所定時間よりも短くなったときに触媒の劣化判定を行う。前記時間TL, TRをTL→TRの順に連続して計測することにより、触媒が $O_2$  および $NO_x$  を吸着する時間とCOおよびHCを吸着する時間の両方が適切に考慮されるため、触媒の $O_2$  ストレージ能力の精密に検出して正確な触媒の劣化判定を行うことができる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 触媒 (C) を排気系に配したエンジン

(E) の排気浄化システムにおいて、

触媒 (C) の上流側の排気通路に設けられ、エンジン

(E) の空燃比を検出する上流側 $O_2$  センサ (FS)

と、

触媒の (C) 下流側の排気通路に設けられ、エンジン

(E) の空燃比を検出する下流側 $O_2$  センサ (RS)

と、

上流側 $O_2$  センサ (FS) および下流側 $O_2$  センサ (R

S) の少なくとも一方の出力 ( $FV_{O_2}$ ,  $RV_{O_2}$ ) に応じ

てエンジン (E) の空燃比を調整する空燃比調整手段

(M1) と、

空燃比調整手段 (M1) が空燃比を理論空燃比に対して

リッチ側からリーン側に変化させた時から、下流側 $O_2$

センサ (RS) の出力 ( $RV_{O_2}$ ) が理論空燃比に対して

リッチからリーンに反転するまでの時間 (TL) を計測

する第1の時間計測手段 (M2) と、

空燃比調整手段 (M1) が空燃比を理論空燃比に対して

リーン側からリッチ側に変化させた時から、下流側 $O_2$

センサ (RS) の出力 ( $RV_{O_2}$ ) が理論空燃比に対して

リーンからリッチに反転するまでの時間 (TR) を計測

する第2の時間計測手段 (M3) と、

それら計測された時間 (TL, TR) の和もしくは平均

が所定時間以下の時に触媒 (C) が劣化したと判別する

触媒劣化判別手段 (M4) と、を備えた触媒の劣化判定

装置において、

前記触媒劣化判別手段 (M4) が、第1の時間計測手段

(M2) が計測した時間 (TL) と、その時間 (TL)

に引き続いて第2の時間計測手段 (M3) が計測した時

間 (TR) との和もしくは平均に基づいて触媒 (C) の

劣化判別を行うように構成されたことを特徴とする、触

媒の劣化判定装置。

【請求項2】 触媒 (C) を排気系に配したエンジン

(E) の排気浄化システムにおいて、

触媒 (C) の上流側の排気通路に設けられ、エンジン

(E) の空燃比を検出する上流側 $O_2$  センサ (FS)

と、

触媒の (C) 下流側の排気通路に設けられ、エンジン

(E) の空燃比を検出する下流側 $O_2$  センサ (RS)

と、

上流側 $O_2$  センサ (FS) および下流側 $O_2$  センサ (R

S) の少なくとも一方の出力 ( $FV_{O_2}$ ,  $RV_{O_2}$ ) に応じ

てエンジン (E) の空燃比を調整する空燃比調整手段

(M1) と、

空燃比調整手段 (M1) が空燃比を理論空燃比に対して

リッチ側からリーン側に変化させた後、上流側 $O_2$  セン

サ (FS) の出力 ( $FV_{O_2}$ ) が理論空燃比に対してリッ

チからリーンに反転してから、下流側 $O_2$  センサ (R

S) の出力 ( $RV_{O_2}$ ) が理論空燃比に対してリッチから

リーンに反転するまでの時間差 (DL) を計測する第1の時間計測手段 (M2) と、

空燃比調整手段 (M1) が空燃比を理論空燃比に対して

リーン側からリッチ側に変化させた後、上流側 $O_2$  セン

サ (FS) の出力 ( $FV_{O_2}$ ) が理論空燃比に対してリー

ンからリッチに反転してから、下流側 $O_2$  センサ (R

S) の出力 ( $RV_{O_2}$ ) が理論空燃比に対してリーンから

リッチに反転するまでの時間差 (DR) を計測する第2の時間計測手段 (M3) と、

それら計測された時間差 (DL, DR) の和もしくは平均が所定時間以下の時に触媒 (C) が劣化したと判別する触媒劣化判別手段 (M4) と、を備えた触媒の劣化判定装置において、

前記触媒劣化判別手段 (M4) が、第1の時間計測手段 (M2) が計測した時間差 (DL) と、その時間差 (DL) に引き続いて第2の時間計測手段 (M3) が計測した時間差 (DR) との和もしくは平均に基づいて触媒 (C) の劣化判別を行うように構成されたことを特徴とする、触媒の劣化判定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、排気ガスを浄化すべくエンジンの排気系に設けられた触媒の劣化判定に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 エンジンの排気ガスを浄化する触媒の劣化を判定する手段として、触媒の上流および下流に $O_2$  センサを設け、エンジンへの供給空燃比を変化させてから下流側 $O_2$  センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチへ、あるいは理論空燃比に対してリッチからリーンへ変化するまでの時間を計測する方法 (例えば、特開平2-30915号公報、特開平2-33408号公報、特開平2-207159号公報参照)、エンジンの空燃比を変化させてから上流側 $O_2$  センサの出力と下流側 $O_2$  センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチへ、あるいは理論空燃比に対してリッチからリーンへ変化する時間差を計測する方法 (特開平2-310453号公報参照) が知られている。これら $O_2$  センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチへ、あるいは理論空燃比に対してリッチからリーンへ変化する時間に基づいて触媒の劣化を判定する手法の殆どは、判定結果のバラツキを防止すべく、 $O_2$  センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチへ変化する時間 (あるいは時間差) および出力が理論空燃比に対してリッチからリーンへ変化する時間 (あるいは時間差) の和あるいは平均を取って触媒の劣化を判定している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記いずれの技術も、 $O_2$  センサの出力に基づいて触媒の $O_2$  ストレージ能力を間接的に測定することにより、その触媒の

劣化を判定している。したがって、触媒の $O_2$ ストレージ能力の特性を良く把握して該 $O_2$ ストレージ能力を正確に測定することが、判定結果のバラツキを防止する上で重要である。

【0004】本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、触媒の $O_2$ ストレージ能力を $O_2$ センサの出力に応じて計測する手法において、その $O_2$ ストレージ能力の特性を考慮して精度の高い触媒の劣化判定を行うことを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明は図1のクレーム対応図に示す構成を備える。

【0006】すなわち本発明は、触媒を排気系に配したエンジンの排気浄化システムにおいて、触媒の上流側の排気通路に設けられ、エンジンの空燃比を検出する上流側 $O_2$ センサと、触媒の下流側の排気通路に設けられ、エンジンの空燃比を検出する下流側 $O_2$ センサと、上流側 $O_2$ センサおよび下流側 $O_2$ センサの少なくとも一方の出力に応じてエンジンの空燃比を調整する空燃比調整手段と、空燃比調整手段が空燃比を理論空燃比に対してリッチ側からリーン側に変化させた時から、下流側 $O_2$ センサの出力が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの時間を計測する第1の時間計測手段と、空燃比調整手段が空燃比を理論空燃比に対してリーン側からリッチ側に変化させた時から、下流側 $O_2$ センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの時間を計測する第2の時間計測手段と、それら計測された時間の和もしくは平均が所定時間以下の時に触媒が劣化したと判別する触媒劣化判別手段と、を備えた触媒の劣化判定装置において、前記触媒劣化判別手段が、第1の時間計測手段が計測した時間と、その時間に引き続いて第2の時間計測手段が計測した時間との和もしくは平均に基づいて触媒の劣化判別を行うように構成されたことを第1の特徴とする。

【0007】また本発明は、触媒を排気系に配したエンジンの排気浄化システムにおいて、触媒の上流側の排気通路に設けられ、エンジンの空燃比を検出する上流側 $O_2$ センサと、触媒の下流側の排気通路に設けられ、エンジンの空燃比を検出する下流側 $O_2$ センサと、上流側 $O_2$ センサおよび下流側 $O_2$ センサの少なくとも一方の出力に応じてエンジンの空燃比を調整する空燃比調整手段と、空燃比調整手段が空燃比を理論空燃比に対してリッチ側からリーン側に変化させた後、上流側 $O_2$ センサの出力が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転してから、下流側 $O_2$ センサの出力が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの時間差を計測する第1の時間計測手段と、空燃比調整手段が空燃比を理論空燃比に対してリーン側からリッチ側に変化させた後、上流側 $O_2$ センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリ

ッチに反転してから、下流側 $O_2$ センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの時間差を計測する第2の時間計測手段と、それら計測された時間差の和もしくは平均が所定時間以下の時に触媒が劣化したと判別する触媒劣化判別手段と、を備えた触媒の劣化判定装置において、前記触媒劣化判別手段が、第1の時間計測手段が計測した差時間と、その時間差に引き続いて第2の時間計測手段が計測した差時間との和もしくは平均に基づいて触媒の劣化判別を行うように構成されたことを第2の特徴とする。

【0008】

【実施例】以下、本発明の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

【0009】図2は本発明の触媒の劣化判定装置が適用される燃料供給制御装置の全体の構成図であり、エンジンEの吸気管1の途中にはスロットルボディ2が設けられ、その内部にはスロットル弁3が配されている。スロットル弁3にはスロットル弁開度( $\theta_{TH}$ )センサ4が連結されており、当該スロットル弁3の開度 $\theta_{TH}$ に応じた電気信号を電子制御ユニットUに供給する。

【0010】燃料噴射弁5はエンジンEとスロットル弁3との間且つ吸気弁6の少し上流側に各気筒毎に設けられており、各燃料噴射弁5は図示しない燃料ポンプに接続されるとともに、電子制御ユニットUに電気的に接続されて該電子制御ユニットUからの信号により燃料噴射の開閉時間が制御される。

【0011】一方、スロットル弁3の直ぐ下流には吸気管内絶対圧力( $P_b$ )センサ7が設けられており、この絶対圧力センサ7により検出された絶対圧力 $P_b$ は電気信号に変換されて電子制御ユニットUに供給される。また、その下流には吸気温( $T_a$ )センサ8が取り付けられており、この吸気温センサ8により検出された吸気温 $T_a$ は電気信号に変換されて電子制御ユニットUに供給される。

【0012】エンジンEの本体に装着された冷却水温( $T_w$ )センサ9はサーミスタ等から成り、冷却水温 $T_w$ を検出して対応する電気信号を電子制御ユニットUに供給する。エンジン回転数( $N_e$ )センサ10はエンジンEの図示しないカム軸周囲又はクランク軸周囲に取り付けられており、該クランク軸の所定のクランク角度位置でパルス(以下「TDC信号パルス」という)を出力し、電子制御ユニットUに供給する。電子制御ユニットUには車速を検出する車速( $V_h$ )センサ11が接続されており、車速 $V_h$ を示す電気信号が供給される。

【0013】排気管12における触媒Cの上流位置には、排気成分濃度検出器としての上流側 $O_2$ センサFSが装着されるとともに、触媒Cの下流位置には下流側 $O_2$ センサRSが装着され、それぞれ排気ガス中の酸素濃度を検出してその検出値に応じた電気信号( $FV_{O_2}$ ,  $RV_{O_2}$ )が電子制御ユニットUに供給される。また触媒C

にはその温度を検出する触媒温度 ( $T_{CAT}$ ) センサ 13 が装着され、検出された触媒温度  $T_{CAT}$  に対応する電気信号は電子制御ユニット U に供給される。

【0014】電子制御ユニット U は各種センサからの入力信号波形を成形し、電圧レベルを所定レベルに修正し、アナログ信号値をデジタル信号値に変換する等の機能を有する入力回路 14、中央演算処理回路 (以下「CPU」) という 15、CPU 15 での演算に使用される各種演算プログラムや各種基準値が記憶される ROM 16、検出された前記各種エンジンパラメータ信号や演算結果が一時的に記憶される RAM 17、および前記燃料噴射弁 5 に駆動信号を供給する出力回路 18 等から構成される。

【0015】CPU 15 は上述の各種エンジンパラメータ信号に基づいて、後述するようにフィードバック制御領域やフィードバック制御を行わない複数の特定運転領域 (以下「オープンループ制御領域」という) の種々のエンジン運転状態を判別するとともに、該判別されたエンジン運転状態に応じ、次式 (1) に基づき、前記 TDC 信号パルスに同期する燃料噴射弁 5 の燃料噴射時間  $T_{OUT}$  を演算する。

【0016】

$$T_{OUT} = T_i \times K_{O_2} \times K_{LS} \times K_1 + K_2 \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 $T_i$  は燃料噴射弁 5 の基本燃料噴射時間であり、エンジン回転数  $N_e$  及び吸気管内絶対圧  $P_b$  に応じて決定される。

【0017】 $K_{O_2}$  は  $O_2$  フィードバック補正係数 (以下、単に「補正係数」という) であり、フィードバック制御時、排気ガス中の酸素濃度に応じて求められ、更にオープンループ制御領域では各運転領域に応じて設定される。

【0018】 $K_{LS}$  はエンジン E がオープンループ制御領域のうち、リーン化領域又はフューエルカット領域、すなわち所定の減速運転領域にあるときに値 1.0 未満の所定値 (例えば 0.95) に設定されるリーン化係数である。

【0019】 $K_1$  及び  $K_2$  は夫々各種エンジンパラメータ信号に応じて演算される補正係数および補正変数であり、エンジン運転状態に応じた燃費特性、エンジン加速特性等の諸特性の最適化が図られるような所定値に決定される。

【0020】CPU 15 は上述のようにして求めた燃料噴射時間  $T_{OUT}$  に基づいて燃料噴射弁 5 を開弁させる駆動信号を出力回路 18 を介して燃料噴射弁 5 に供給する。

【0021】図 3 および図 4 はエンジン E がフィードバック制御領域および複数のオープンループ制御領域のいずれの運転状態にあるかを判別するとともに、判別された運転状態に応じて補正係数  $K_{O_2}$  を設定するプログラムのフローチャートを示す。本プログラムは、TDC 信号

パルスの発生時に、これと同期して実行される。

【0022】まず、ステップ 101 においてフラグ  $n_{O_2}$  が値 1 に等しいか否かを判別する。該フラグ  $n_{O_2}$  は上流側  $O_2$  センサ FS および下流側  $O_2$  センサ RS が活性化状態にあるかを判別するためのもので、前記ステップ 101 の答が (Yes) である場合、すなわち両  $O_2$  センサ FS、RS が活性化状態にあると判別されたときには、ステップ 102 で冷却水温  $T_w$  が所定水温  $T_{w02}$  より高いか否かを判別する。この答が (Yes)、すなわち  $T_w > T_{w02}$  が成立し、エンジン E が暖機を完了しているときには、ステップ 103 でフラグ  $FLG_{WOT}$  が値 1 に等しいか否かを判別する。このフラグ  $FLG_{WOT}$  は、図示しないプログラムにより、エンジン E が供給燃料量を増量すべき高負荷領域にあると判別されたときに値 1 にセットされるものである。

【0023】前記ステップ 103 の答が (No)、すなわちエンジン E が前記高負荷領域にないときには、ステップ 104 でエンジン回転数  $N_e$  が高回転側の所定回転数  $N_{HOP}$  より大きいのか否かを判別し、この答が (No) のときには更に、ステップ 105 でエンジン回転数  $N_e$  が低回転側の所定回転数  $N_{LOP}$  より大きいのか否かを判別する。この答が (Yes)、すなわち  $N_{LOP} < N_e \leq N_{HOP}$  が成立するときには、ステップ 106 でリーン化係数  $K_{LS}$  が値 1.0 未満であるか否か、すなわちエンジン E が所定の減速運転領域にあるか否かを判別する。このステップ 106 の答が (No) のときには、ステップ 107 でエンジン E がフューエルカットの実行中であるか否かを判別する。この答が (No) のときには、エンジン E がフィードバック制御領域にあると判別し、更にステップ 108 でエンジン運転状態が触媒 C のモニタを許可する状態にあるか否かを判別する。この答が (Yes)、すなわちモニタが許可されれば、ステップ 109 で後述の第 2 の空燃比調整手段によって下流側  $O_2$  センサ RS の出力電圧  $RV_{O_2}$  に基づいて前記補正係数  $K_{O_2}$  を制御するとともに、触媒 C の劣化をモニタし、本プログラムを終了する。

【0024】一方、前記ステップ 108 の答が (No)、すなわち触媒 C のモニタが許可されないときには、ステップ 110 で前回モニタ中であるか否かを判別する。その答が (No)、すなわち継続してモニタが行われていないときには、ステップ 111 で後述の第 1 の空燃比調整手段によって上流側  $O_2$  センサ FS と下流側  $O_2$  センサ RS の出力  $FV_{O_2}$ 、 $RV_{O_2}$  に基づいて前記補正係数  $K_{O_2}$  を制御するとともに、補正係数  $K_{O_2}$  の平均値  $K_{REF}$  を算出して本プログラムを終了する。

【0025】前記ステップ 105 の答が (No)、すなわち  $N_e \leq N_{LOP}$  が成立しエンジン E が低回転領域にあるとき、前記ステップ 106 の答が (Yes)、すなわちエンジン E が所定の減速運転領域にあるとき、または前記ステップ 107 の答が (Yes)、すなわちエンジン E がフュー

ーエルカットの実行中であるときにはステップ112に進む。このステップ112では、当該ループを所定時間 $t_D$ 継続したか否かを判別し、この答が(No)のときには、ステップ113で補正係数 $K_{O_2}$ を当該ループへ移行する直前の値にホールドする一方、答が(Yes)のときには、ステップ114で補正係数 $K_{O_2}$ を値1.0に設定してオープンループ制御を行い、本プログラムを終了する。すなわち、前記ステップ105~107のいずれかの条件によってエンジンEがフィードバック制御領域からオープンループ制御領域へ移行した場合、補正係数 $K_{O_2}$ は、該移行後所定時間 $t_D$ が経過するまでは該移行直前のフィードバック制御時に算出された値にホールドされる一方、所定時間 $t_D$ が経過した後は値1.0に設定される。

【0026】前記ステップ102の答が(No)、すなわちエンジンEが暖機を完了していないとき、前記ステップ103の答が(Yes)、すなわちエンジンEが高負荷領域にあるとき、または前記ステップ104の答が(Yes)、すなわちエンジンEが高回転領域にあるときには、前記ステップ114に進み、オープンループ制御を実行して本プログラムを終了する。

【0027】前記ステップ101の答が(No)、すなわち両 $O_2$ センサFS、RSが不活性状態にあると判別されたとき、および前記ステップ110の答が(Yes)、すなわち今回初めてモニタが不許可になったときには、ステップ115に進み、エンジンEがアイドル領域にあるか否かを判別する。この判別は、例えばエンジン回転数 $N_e$ が所定回転数以下で且つスロットル弁開度 $\theta_{TH}$ が所定開度以下であるか否かを判別することにより行われる。このステップ115の答が(Yes)、すなわちエンジンEがアイドル領域にあるときには、ステップ116で補正係数 $K_{O_2}$ をアイドル領域用の平均値 $K_{REF0}$ に設定し、オープンループ制御を実行して本プログラムを終了する。

【0028】前記ステップ115の答が(No)、すなわちエンジンEがアイドル領域以外の運転領域(以下「オフアイドル領域」という)にあるときには、ステップ117に進み、補正係数 $K_{O_2}$ をオフアイドル領域用の平均値 $K_{REF1}$ に設定する。

【0029】図5および図6は、フィードバック制御時に図3のステップ111において実行される補正係数 $K_{O_2}$ の算出サブルーチンのフローチャートを示す。

【0030】まず、ステップ201で前回の制御がオープンループ制御であったか否かを判別し、この答が(Yes)のときには、ステップ202で前回の制御で補正係数 $K_{O_2}$ の値を、図3のステップ113の実行によりホールドしたか否かを判別する。この答が(Yes)のときには、ステップ203で補正係数 $K_{O_2}$ の値を引き続きホールドし、後述するステップ223以下の積分制御(1項制御)を行う。前記ステップ202の答が(No)、すなわ

ち前回の制御で補正係数 $K_{O_2}$ の値をホールドしなかったときには、ステップ204でエンジンEがアイドル領域にあるか否かを判別する。この答が(Yes)、すなわちエンジンEがアイドル領域にあるときには、ステップ205で補正係数 $K_{O_2}$ の値をアイドル領域用の平均値 $K_{REF0}$ に設定し、前記ステップ223以下の積分制御を行う。

【0031】前記ステップ204の答が(No)、すなわちエンジンEがオフアイドル領域にあるときには、ステップ206で前回の制御においてスロットル弁開度 $\theta_{TH}$ がアイドルスロットル弁開度 $\theta_{IDL}$ より大きかったか否かを判別する。この答が(Yes)のときには、ステップ207で補正係数 $K_{O_2}$ を、オフアイドル領域用の平均値 $K_{REF1}$ に設定し、前記ステップ223以下の積分制御を行う。

【0032】前記ステップ206の答が(No)、すなわち前回の制御において $\theta_{TH} \leq \theta_{IDL}$ が成立していたときには、更にステップ208で今回のスロットル弁開度 $\theta_{TH}$ が前記アイドルスロットル弁開度 $\theta_{IDL}$ より大きいかな否かを判別する。この答が(Yes)、すなわち前回 $\theta_{TH} \leq \theta_{IDL}$ で今回 $\theta_{TH} > \theta_{IDL}$ となったときには、ステップ209で補正係数 $K_{O_2}$ を、前記オフアイドル領域用の平均値 $K_{REF1}$ とリッチ化所定値 $C_R$ との積 $C_R \times K_{REF1}$ に設定し、前記ステップ223以下の積分制御を行う。ここに、リッチ化所定値 $C_R$ は1.0より大きい値に設定されるものである。

【0033】前記ステップ208の答が(No)、すなわち $\theta_{TH} \leq \theta_{IDL}$ が成立するときには、ステップ210でエンジン冷却水温 $T_w$ が所定温度 $T_{WCL}$ (例えば70°C)より大きいかな否かを判別する。その答が(Yes)、すなわち $T_w > T_{WCL}$ が成立し、したがってエンジン冷却水温 $T_w$ が低温域にないときには、前記ステップ205に進む。

【0034】前記ステップ210の答が(No)、すなわち $T_w \leq T_{WCL}$ が成立し、したがってエンジン冷却水温が低温域にあるときには、ステップ211で補正係数 $K_{O_2}$ を、前記アイドル領域用の平均値 $K_{REF0}$ とリーン化所定値 $C_L$ との積 $C_L \times K_{REF0}$ に設定し、前記ステップ223以下の積分制御を行う。ここに、リーン化所定値 $C_L$ は1.0より小さい値に設定されるものである。

【0035】前記ステップ201の答が(No)、すなわち前回の制御がフィードバック制御であったときには、ステップ212で前回の制御においてスロットル弁開度 $\theta_{TH}$ が前記アイドルスロットル弁開度 $\theta_{IDL}$ より大きかったか否かを判別する。この答が(No)のときには、ステップ213で更に今回のスロットル弁開度 $\theta_{TH}$ が前記アイドルスロットル弁開度 $\theta_{IDL}$ より大きいかな否かを判別する。その答が(Yes)のときには、前記ステップ208の答が(Yes)のときと同様に前記ステップ209に進み、補正係数 $K_{O_2}$ を前記オフアイドル領域用の平均値 $K_{REF1}$ とリッチ化所定値 $C_R$ との積 $C_R \times K_{REF1}$ に設定す

る。

【0036】前記ステップ212の答が(Yes)、すなわち前回の制御において $\theta_{TH} > \theta_{IDL}$ が成立したとき、または前記ステップ213の答が(No)、すなわち今回 $\theta_{TH} \leq \theta_{IDL}$ が成立するときには、ステップ214で上流側 $O_2$ センサFSの出力レベルが反転したか否かを判別する。その答が(No)のときには、ステップ215で後述の補正項 $\Delta K_R$ 、 $\Delta K_L$ を求め、前記ステップ223以下の積分制御を行う。

【0037】さて、前記ステップ214の答が(Yes)、すなわち上流側 $O_2$ センサFSの出力レベルが反転したときには比例制御(P項制御)を行う。まずステップ216で上流側 $O_2$ センサFSの出力電圧 $FV_{O2}$ が前述した基準電圧値 $V_{REF}$ より低いか否かを判別し、この答が(Yes)、すなわち $FV_{O2} < V_{REF}$ が成立するときには、ステップ217で図19に示す下流側 $O_2$ センサRSの出力電圧 $RV_{O2}$ に基づいて補正項 $P_R$ を検索し、ステップ218で前記補正項 $P_R$ を補正係数 $K_{O2}$ に加算する比例制御が行われる。一方前記ステップ216の答が(No)のときには、同じくステップ219で図19に示す下流側 $O_2$ センサRSの出力電圧 $RV_{O2}$ に基づいて補正項 $P_L$ を検索し、ステップ220で前記補正項 $P_L$ を補正係数 $K_{O2}$ から減算する比例制御が行われる。

【0038】前記補正項 $P_R$ は上流側 $O_2$ センサFSの出力 $FV_{O2}$ が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転したときに、前記補正係数 $K_{O2}$ をステップ状に増加させて空燃比をリッチ側に移行させるためのもので、その際に下流側 $O_2$ センサRSの出力電圧 $RV_{O2}$ が参照され、その出力電圧 $RV_{O2}$ がリッチ側に偏倚している程前記補正項 $P_R$ が小さくなり、逆に出力電圧 $RV_{O2}$ がリーン側に偏倚している程前記補正項 $P_R$ が大きくなるように設定される。また前記補正項 $P_L$ は上流側 $O_2$ センサFSの出力 $FV_{O2}$ が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転したときに、前記補正係数 $K_{O2}$ をステップ状に減少させて空燃比をリーン側に移行させるためのもので、その際に下流側 $O_2$ センサRSの出力電圧 $RV_{O2}$ が参照され、その出力電圧 $RV_{O2}$ がリッチ側に偏倚している程前記補正項 $P_L$ が大きくなり、逆に出力電圧 $RV_{O2}$ がリーン側に偏倚している程前記補正項 $P_L$ が小さくなるように設定される。このように、上流側 $O_2$ センサFSの出力 $FV_{O2}$ と下流側 $O_2$ センサRSの出力電圧 $RV_{O2}$ の両方に基づいて、補正係数 $K_{O2}$ のきめ細かな比例制御が行われる(図17および図18の通常F/Bモード参照)。

【0039】次に、ステップ221で前記ステップ218または220で設定した補正係数 $K_{O2}$ のリミットチェックを行う。すなわち、補正係数 $K_{O2}$ が所定の範囲内にあるか否かをチェックし、該所定の範囲内になれば上限値又は下限値に補正係数 $K_{O2}$ を保持する。そして最後に、ステップ222で補正係数 $K_{O2}$ の平均値 $K_{REF}$ を算

出して本プログラムを終了する。

【0040】次に、ステップ223以下の積分制御について説明する。まずステップ223で上流側 $O_2$ センサFSの出力電圧 $FV_{O2}$ が前記基準電圧値 $V_{REF}$ より小さいか否かを判別し、この答が(Yes)、すなわち $FV_{O2} < V_{REF}$ が成立するときには、ステップ224において本ステップを実行する毎にカウント数 $N_{IL}$ に値2を加算し、ステップ225で前記カウント数 $N_{IL}$ が所定値 $N_I$ に達したか否かを判別する。この答が(No)のときには、ステップ226で補正係数 $K_{O2}$ をその直前の値に保持し、また答が(Yes)のときには、ステップ227で補正係数 $K_{O2}$ に前記補正項 $\Delta K_R$ を加算するとともに、ステップ228で前記カウント数 $N_{IL}$ を0にリセットして、 $N_{IL}$ が $N_I$ に達する毎に補正係数 $K_{O2}$ に所定値 $\Delta K_R$ を加算する。

【0041】このように、上流側 $O_2$ センサFSの出力電圧 $FV_{O2}$ が前記基準電圧値 $V_{REF}$ より小さい状態、すなわち空燃比のリーン状態が継続するときには、補正係数 $K_{O2}$ は前記カウント数 $N_{IL}$ が所定値 $N_I$ に達する毎に所定値 $\Delta K_R$ だけ増加され、空燃比をリッチ化する方向に制御される。

【0042】一方、前記ステップ223の答が(No)、すなわち $FV_{O2} \geq V_{REF}$ が成立するときには、ステップ229において本ステップを実行する毎にカウント数 $N_{IH}$ に値2を加算し、ステップ230で前記カウント数 $N_{IH}$ が所定値 $N_I$ に達したか否かを判別する。この答が(No)のときには前記ステップ226を実行して補正係数 $K_{O2}$ をその直前の値に保持し、(Yes)のときには、ステップ231で補正係数 $K_{O2}$ から前記補正項 $\Delta K_L$ を減算するとともに、ステップ232で前記カウント数 $N_{IH}$ を0にリセットし、このカウント数 $N_{IH}$ が所定値 $N_I$ に達する毎に補正係数 $K_{O2}$ から所定値 $\Delta K_L$ を減算する。

【0043】このように、上流側 $O_2$ センサFSの出力電圧 $FV_{O2}$ が前記基準電圧値 $V_{REF}$ 以上の状態、すなわち空燃比のリッチ状態が継続するときには、補正係数 $K_{O2}$ は前記カウント数 $N_{IH}$ が所定値 $N_I$ に達する毎に所定値 $\Delta K_L$ だけ減少され、空燃比をリーン化する方向に制御される。

【0044】前記補正項 $\Delta K_L$ 、 $\Delta K_R$ は、図20に示すように下流側 $O_2$ センサRSの出力電圧 $RV_{O2}$ を考慮して決定される。すなわち、前記補正項 $\Delta K_R$ は上流側 $O_2$ センサFSの出力 $FV_{O2}$ が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転した後に、前記補正係数 $K_{O2}$ を段階的に増加させて空燃比をリッチ側に移行させるためのものであるが、その際に下流側 $O_2$ センサRSの出力電圧 $RV_{O2}$ が参照され、その出力電圧 $RV_{O2}$ がリッチ側に偏倚している程前記補正項 $\Delta K_R$ が小さくなり、逆に出力電圧 $RV_{O2}$ がリーン側に偏倚している程前記補正項 $\Delta K_R$ が大きくなるように設定される。また前記補正項 $\Delta K_L$ は上流側 $O_2$ センサFSの出力 $FV_{O2}$ が理論空燃比に

対してリーンからリッチに反転した後に、前記補正係数 $K_{O_2}$ を段階的に減少させて空燃比をリーン側に移行させるためのものであるが、その際に下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ が参照され、その出力電圧 $RV_{O_2}$ がリッチ側に偏倚している程前記補正項 $\Delta K_L$ が大きくなり、逆に出力電圧 $RV_{O_2}$ がリーン側に偏倚している程前記補正項 $\Delta K_L$ が小さくなるように設定される。このように、上流側 $O_2$  センサFSの出力 $FV_{O_2}$ と下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ の両方を参照することにより、補正係数 $K_{O_2}$ のきめ細かな積分制御が行われる（図17および図18の通常F/Bモード参照）。

【0045】次に、触媒の劣化モニタについて説明する。

【0046】前述のように、図3のフローチャートにおいて、ステップ108で触媒Cのモニタ許可がなされないときには、上流側 $O_2$  センサFSの出力電圧 $FV_{O_2}$ と下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ とに基づき、第1の空燃比調整手段によってフィードバック制御が行われる（図5、図6のフローチャート参照）。一方、前記ステップ108で触媒Cのモニタが許可されると、ステップ109で触媒Cのモニタモードが実行される。以下、その内容を図7～図16のフローチャートを参照して詳述する。

【0047】触媒Cの劣化モニタは第2の空燃比調整手段によって行われるもので、その際に前記第1の空燃比調整手段によるフィードバック制御が上流側 $O_2$  センサFSの出力電圧 $FV_{O_2}$ と下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ の両方に基づいて行われていたのに対し、この第2の空燃比調整手段によるフィードバック制御は下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ のみに基づいて行われる。そして補正係数 $K_{O_2}$ を理論空燃比に対してリッチ側からリーン側にスキップさせるためのスペシャルP項 $P_{LSP}$ が発生してから、 $O_2$  濃度のリッチ→リーンの反転が確認されるまでの時間 $T_L$ が検出されるとともに、補正係数 $K_{O_2}$ を理論空燃比に対してリーン側からリッチ側にスキップさせるためのスペシャルP項 $P_{RSP}$ が発生してから、 $O_2$  濃度のリーン→リッチの反転が確認されるまでの時間 $T_R$ が検出され、これら時間 $T_L$ 、 $T_R$ に基づいて触媒Cの劣化が判定される。

【0048】まず、図7のフローチャートに基づいて触媒劣化モニタの概略構成を説明し、その後から各ステップのサブルーチンを詳述する。

【0049】図7において、最初にステップ301で触媒の劣化検出のために前提条件が成立しているか否かが判別され、その答が（No）の場合には、ステップ302において、 $n_{TL}$ （ $T_L$ 計測回数、すなわち前記時間 $T_L$ が計測された合計回数）、 $n_{TR}$ （ $T_R$ 計測回数、すなわち前記時間 $T_R$ が計測された合計回数）、 $T_{L\SUM}$ （ $T_L$ 合計値、すなわち複数回計測された $T_L$ の合計時間）、 $T_{R\SUM}$ （ $T_R$ 合計値、すなわち複数回計測され

た $T_R$ の合計時間）がゼロにセットされる。続いてステップ303で前述の第1の空燃比調整手段によって前述の通常のフィードバック制御が行われる。なお、触媒Cの劣化モニタ実行中に前提条件を外れた場合には、フィードバック制御の初期値として $K_{REF}$ が用いられる。

【0050】前記ステップ301の答が（Yes）のとき、すなわち触媒Cの劣化モニタの前提条件が成立しているときには、ステップ304で前記 $T_R$ 計測回数 $n_{TR}$ が所定値以上であるかが判別される。ステップ304の答が（Yes）の場合には、触媒Cの劣化判定のためのデータが準備されたとして、ステップ305で劣化判定処理Bが実行され、ステップ306でモニタを終了して通常のフィードバック制御に復帰する。この場合にも、フィードバック制御の初期値として $K_{REF}$ が用いられる。

【0051】前記ステップ304の答が（No）の場合には、触媒Cの劣化判定のためのデータが準備されていないとして、以下のステップ307～315が実行される。すなわち、先ずステップ307でモニタが許可されてから最初の特ナルP項 $P_{LSP}$ 、 $P_{RSP}$ が発生したかが判別される。モニタが未だスタートしていない場合には答が（No）となり、ステップ308でモニタスタート処理が実行される。一方、前記ステップ307の答が（Yes）であって既に最初の特ナルP項 $P_{LSP}$ 、 $P_{RSP}$ が発生していれば、ステップ309で下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ が反転したかが判別される。ステップ309の答が（Yes）であれば、ステップ310で $RV_{O_2}$ 反転時の処理、すなわち $T_L$ 計測回数 $n_{TL}$ あるいは $T_R$ 計測回数 $n_{TR}$ のインクリメント、リーンディレイタイム $t_{LD}$ （ $RV_{O_2}$ が反転してからスペシャルP項 $P_{LSP}$ が発生させるまでの時間を計測）あるいはリッチディレイタイム $t_{RD}$ （ $RV_{O_2}$ が反転してからスペシャルP項 $P_{RSP}$ が発生させるまでの時間を計測）のスタート、およびスペシャルP項 $P_{LSP}$ 、 $P_{RSP}$ の発生が実行される。

【0052】一方、前記ステップ309の答が（No）の場合には、ステップ314で劣化判定処理Aが開始され、続くステップ315の答が（Yes）で正常が確認されると、ステップ306に移行してモニタを終了する。一方、前記ステップ315の答が（No）で正常が確認できなければ、ステップ311に移行する。ステップ311では、モニタが許可されてから一度でも下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ が反転したか否かが判別される。前記ステップ311の答が（No）の場合、すなわちモニタが許可されてから最初の反転が行われる前であれば、ステップ312でスタート後の反転待ち処理が実行される一方、ステップ311の答が（Yes）の場合、すなわちスタート後に1回以上の反転を経た後であれば、ステップ313で $RV_{O_2}$ 反転待ち処理が実行される。これらステップ312、313では、いずれも補正係数 $K_{O_2}$ に対してスペシャルI項 $I_{LSP}$ の加算あるいはスペシ

ルI項 $I_{RSP}$ の減数が行われる。しかしながら、ステップ313で前記時間TL、TRの計測が行われるのに対し、ステップ312ではその計測が行われない。これは、スタート後の反転待ちの継続時間が、モニタが許可されるタイミングにより左右されるため、前記時間TL、TRを計測しても無意味であるためである。

【0053】次に、前述の図7のフローチャートにおけるステップ301、308、312、313、310、314、305のサブルーチンを順次詳述する。

【0054】図8は前記図7のフローチャートのステップ301のサブルーチン（モニタ前条件）を示すもので、先ずステップ401でモニタ開始のためのエンジンEの運転状態が確認される。すなわち、吸気温度センサ8の出力Taが $60^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ の範囲にあるか、冷却水温センサ9の出力Twが $60^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ の範囲にあるか、エンジン回転数センサ10の出力Neが $2800\text{rpm}\sim 3200\text{rpm}$ の範囲にあるか、吸気管内絶対圧力センサ7の出力Pbが $-350\text{mmHg}\sim -250\text{mmHg}$ の範囲にあるか、車速センサ11の出力Vhが $32\text{km/h}\sim 80\text{km/h}$ の範囲にあるか、触媒温度センサ13の出力TCATが $400^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ の範囲にあるかがチェックされる。続いてステップ402で車速が一定状態にあるか、すなわち車速センサ11の出力Vhの変動が $0.8\text{km/sec}$ 以下の状態が所定時間（例えば2秒）継続したかが判別される。次にステップ403でモニタが許可される前の所定時間（例えば10秒）間フィードバック制御が行われていたかが判別される。更にステップ404で所定時間（例えば2秒）経過したかが判別される。

【0055】而して、上記ステップ401～404の答が全て（Yes）の場合に、ステップ405でモニタが許可されて図7のフローチャートのステップ304に移行し、いずれかの答が（No）の場合に、ステップ406でモニタが不許可とされて図7のフローチャートのステップ302に移行する。

【0056】図9は前記図7のフローチャートのステップ308のサブルーチン（モニタスタート処理）を示すもので、先ずステップ501で下流側 $\text{O}_2$ センサRSの出力電圧RV<sub>O2</sub>が基準電圧V<sub>REF</sub>と比較され、その答が（Yes）であって出力電圧RV<sub>O2</sub>が基準電圧V<sub>REF</sub>を下回っている場合、すなわち下流側 $\text{O}_2$ センサRSの検出した $\text{O}_2$ 濃度がリーン状態である場合には、ステップ502で補正係数K<sub>O2</sub>の直前値にスペシャルI項P<sub>RSP</sub>を加算する比例制御が行われ、これにより空燃比をリッチ側にステップ状に増加させる。一方、前記ステップ501の答が（No）であって出力電圧RV<sub>O2</sub>が基準電圧V<sub>REF</sub>以上である場合、すなわち下流側 $\text{O}_2$ センサRSの検出した $\text{O}_2$ 濃度がリッチ状態である場合には、ステップ503で補正係数K<sub>O2</sub>の直前値からスペシャルP項P<sub>LSP</sub>を減算する比例制御が行われ、これにより空燃比をリー

ン側にステップ状に減少させる。

【0057】図10は前記図7のフローチャートのステップ312のサブルーチン（スタート後の反転待ち処理）を示すもので、このフローは前述の図9のフロー（モニタスタート処理）の後に引き続いて実行されるものである。先ずステップ601で下流側 $\text{O}_2$ センサRSの出力電圧RV<sub>O2</sub>が基準電圧V<sub>REF</sub>と比較され、その答が（Yes）であって出力電圧RV<sub>O2</sub>が基準電圧V<sub>REF</sub>を下回っているとき、すなわち下流側 $\text{O}_2$ センサRSの検出した $\text{O}_2$ 濃度がリーン状態であるときには、ステップ602で補正係数K<sub>O2</sub>の直前値にスペシャルI項I<sub>RSP</sub>を加算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリッチ側に段階的に増加させる。一方、前記ステップ601の答が（No）であって出力電圧RV<sub>O2</sub>が基準電圧V<sub>REF</sub>以上であるとき、すなわち下流側 $\text{O}_2$ センサRSの検出した $\text{O}_2$ 濃度がリッチ状態であるときには、ステップ603で補正係数K<sub>O2</sub>の直前値からスペシャルI項I<sub>LSP</sub>を減算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリーン側に段階的に減少させる。

【0058】図11および図12は前記図7のフローチャートのステップ313のサブルーチン（下流側 $\text{O}_2$ センサ反転待ち処理）を示すもので、このフローは下流側 $\text{O}_2$ センサRSの出力電圧RV<sub>O2</sub>の反転を前程として実行されるものである。まずステップ701でリッチディレイタイムt<sub>RD</sub>がカウントダウン中であるかタイムアップ後であるかが判別される。リッチディレイタイムt<sub>RD</sub>は減算カウンタから構成され、下流側 $\text{O}_2$ センサRSの出力電圧RV<sub>O2</sub>が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転した瞬間にカウントダウンを開始し、所定の時間が経過するとタイムアップしてカウント値がゼロとなるものである。前記ステップ701の答が（No）でリッチディレイタイムt<sub>RD</sub>のカウント値がゼロでないとき、すなわち該リッチディレイタイムt<sub>RD</sub>がカウントダウン中であるときには、ステップ702で前述補正係数K<sub>O2</sub>の直前値にスペシャルI項I<sub>RSP</sub>を加算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリッチ側に段階的に増加させる。

【0059】一方、前記ステップ701の答が（Yes）である場合には、ステップ703で前回リッチディレイタイムt<sub>RD</sub>のカウント値がゼロでないかが判別され、答が（Yes）であるとき、すなわち今回初めてリッチディレイタイムt<sub>RD</sub>のカウント値がゼロになったときには、ステップ704でTLの計測を開始するとともに、ステップ705で補正係数K<sub>O2</sub>からスペシャルP項P<sub>LSP</sub>を減算する比例制御を行って空燃比をリーン側にステップ状に減少させる。また前記ステップ703の答が（No）である場合、すなわちリッチディレイタイムt<sub>RD</sub>のカウント値が継続的にゼロである場合には、更にステップ706でTLの計測中であるかが判別され、答が（Yes）である場合には、ステップ707で補正係数K<sub>O2</sub>からスペシャ



ルI項 $I_{LSP}$ を減算する積分制御を行って空燃比をリーン側に段階的に減少させる。

【0060】続いて、ステップ708で上流側 $O_2$ センサFSの出力信号 $FV_{O_2}$ が反転したか否かが判別され、その答が(Yes)であればステップ709で後述の時間差DLの計測中であるか否かが判別される。その答が(No)であれば、ステップ710で時間差DLの計測が開始される。

【0061】続くステップ711では、リーンディレイタイム $t_{LD}$ がカウント値がゼロであるかが判別され、その答が(No)である場合、すなわち該リーンディレイタイム $t_{LD}$ がカウントダウン中である場合には、ステップ712で補正係数 $K_{O_2}$ の直前値からスペシャルI項 $I_{LSP}$ を減算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリーン側に段階的に減少させる。

【0062】一方、前記ステップ711の答が(Yes)である場合には、ステップ713で前回リーンディレイタイム $t_{LD}$ のカウント値がゼロでないかが判別され、答が(Yes)である場合、すなわち今回初めてリーンディレイタイム $t_{LD}$ のカウント値がゼロになったときには、ステップ714でTRの計測を開始するとともに、ステップ715で補正係数 $K_{O_2}$ にスペシャルP項 $P_{RSP}$ を加算する比例制御を行って空燃比をリッチ側にステップ状に増加させる。また前記ステップ713の答が(No)であるとき、すなわちリーンディレイタイム $t_{LD}$ のカウント値が継続的にゼロであるときには、更にステップ716でTRの計測中であるかが判別され、答が(Yes)である場合には、ステップ717で補正係数 $K_{O_2}$ にスペシャルI項 $I_{RSP}$ を加算する積分制御を行って空燃比をリッチ側に段階的に増加させる。

【0063】続いて、ステップ718で上流側 $O_2$ センサFSの出力信号 $FV_{O_2}$ が反転したか否かが判別され、その答が(Yes)であればステップ719で後述の時間差DRの計測中であるか否かが判別される。その答が(No)であれば、ステップ720で時間差DRの計測が開始される。

【0064】図13および図14は前記図7のフローチャートのステップ310のサブルーチン(下流側 $O_2$ センサ反転時処理)を示すもので、このフローは下流側 $O_2$ センサRSの反転後に実行されるものである。まず、ステップ801で前回TLの計測中であつたか否かが判別され、その答が(Yes)であるときには、ステップ802でTLの計測を中止し、ステップ803でTL合計値 $TL_{SUM}$ に今回計測したTLを加算するとともに、TL計測数 $n_{T1}$ をインクリメントする。

【0065】続いて、ステップ804で前記図11のステップ710において計測を開始した時間差DLの計測を終了し、ステップ805でDL合計値 $DL_{SUM}$ に今回計測したDLを加算するとともに、DL計測数 $n_{D1}$ をインクリメントする。

【0066】一方、前記ステップ801の答が(No)であるとき、すなわち前回TLの計測中でなかつたときには、ステップ806で前回TRの計測中であつたか否かが判別され、その答が(Yes)であるときには、ステップ807でTRの計測を中止し、ステップ808でTR合計値 $TR_{SUM}$ に今回計測したTRを加算するとともに、TR計測数 $n_{TR}$ をインクリメントする。

【0067】続いて、ステップ809で前記図12のステップ720において計測を開始した時間差DRの計測を終了し、ステップ810でDR合計値 $DR_{SUM}$ に今回計測したDRを加算するとともに、DL計測数 $n_{DR}$ をインクリメントする。

【0068】そして、ステップ811で $n_{TR}$ が1であつて且つステップ812で $n_{T1}$ が0である場合には、ステップ813で $TR_{SUM}$ をゼロにセットする。これは、TL→TRの順で計測を行うために、若しもTRが最初に計測された場合にそのTRをキャンセルするためである。

【0069】続いて、ステップ814で下流側 $O_2$ センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ が基準電圧 $V_{REF}$ と比較され、その答が(Yes)であつて出力電圧 $RV_{O_2}$ が基準電圧 $V_{REF}$ を下回っているとき、ステップ815でリーンディレイタイム $t_{LD}$ のカウントダウンを開始するとともに、ステップ816で補正係数 $K_{O_2}$ の直前値からスペシャルI項 $I_{LSP}$ を減算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリーン側に段階的に減少させる。

【0070】一方、前記ステップ814の答が(No)であつて出力電圧 $RV_{O_2}$ が基準電圧 $V_{REF}$ 以上であるとき、ステップ817でリッチディレイタイム $t_{RD}$ のカウントダウンを開始するとともに、ステップ818で補正係数 $K_{O_2}$ の直前値にスペシャルI項 $I_{RSP}$ を加算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリッチ側に段階的に増加させる。

【0071】図15は図7のステップ314のサブルーチン(劣化判定処理A)を示すもので、まずステップ1001でスペシャルP項が発生してから次の反転が無いまま限界時間 $t_{STRG}$ が経過したか否かが判別される。ここで前記限界時間 $t_{STRG}$ と比較される時間Tとして、前述のTLとTRの平均値 $(TL+TR)/2$ が用いられる。そして、この平均値 $(TL+TR)/2$ が限界時間 $t_{STRG}$ よりも長い場合には、触媒Cの $O_2$ ストレージ能力が大であるとされ、前述の劣化判定処理Bを実行することなくステップ1002で触媒Cが良品であると判定される。尚、限界時間 $t_{STRG}$ の計測については、図17および図18の表の右欄に記載されている。

【0072】上記劣化判定処理Aで触媒Cが良品であると判定できる理由は以下の通りである。すなわち、触媒Cの劣化の程度が小さくて $O_2$ ストレージ能力が高い程、第2の空燃比調整手段でフィードバック制御を行ったときに下流側 $O_2$ センサRSの反転周期が延びる。し

たがって、下流側 $O_2$  センサRSが反転するまでの時間TL, TRの平均値が限界時間 $t_{STRG}$ よりも大きければ、触媒Cが良品であると判定することができる。また、触媒Cが良品であって前記反転周期が長くなると、ドライバビリティの悪化や排気ガス中の有害物質の増加が起きることが知られている。したがって、触媒Cが良品である場合にはモニタモードを即座に中止し、第2の空燃比調整手段から第1の空燃比調整手段に切り換えることにより、前記不都合を回避することができる。

【0073】これを図21のグラフに基づいて説明すると、ドライバビリティの悪化や排気ガス中の有害物質の増加を防止し得る限界時間 $t_{STRG}$ を設定し、前記TLとTRの平均値 $(TL+TR)/2$ が限界時間 $t_{STRG}$ を越えた場合に触媒Cが良品であると判断し、モニタモードが中止される。このグラフから、前記限界時間 $t_{STRG}$ を用いて触媒Cの良品を的確に識別できることが理解される。

【0074】図16は前記図7のフローチャートのステップ305のサブルーチン(劣化判定処理B)を示すもので、このフローはTR計測数 $n_{TR}$ が所定回数を越えたときに実行されるものである。まず、ステップ901でTL合計値をTL計測数で割った値 $(TL_{SUM}/n_{TL})$ と、TR合計値をTR計測数で割った値 $(TR_{SUM}/n_{TR})$ の平均値を演算して時間 $T_{CHK}$ を求める。

【0075】続いて、ステップ902で前記時間 $T_{CHK}$ が所定値よりも大きいかなかを判別し、その答が(Yes)であるときには、触媒Cの $O_2$  ストレージ能力が基準を上回っているとし、ステップ903で排気ガス浄化システムが一応正常であると判定する。一方、前記ステップ902の答が(No)であるときには、触媒Cの $O_2$  ストレージ能力が基準を下回っているとし、ステップ904で排気ガス浄化システムが異常であると判定する。

【0076】また、ステップ905でDL合計値をDL計測数で割った値 $(DL_{SUM}/n_{DL})$ と、DR合計値をDR計測数で割った値 $(DR_{SUM}/n_{DR})$ の平均値を演算して時間 $D_{CHK}$ を求める。

【0077】続いて、ステップ906で前記時間 $D_{CHK}$ が所定値よりも大きいかなかを判別し、その答が(Yes)であるときには、触媒Cの $O_2$  ストレージ能力が基準を上回っているとし、ステップ907で排気ガス浄化システムが正常であると判定する。一方、前記ステップ906の答が(No)であるときには、触媒Cの $O_2$  ストレージ能力が基準を下回っているとし、ステップ908で排気ガス浄化システムが異常であると判定する。

【0078】上記触媒Cの劣化モニタの作用を、図17および図18のタイムチャートを参照しながら更に説明する。

【0079】図17の時刻(1)において、エンジンEの運転状態が所定の条件を満たすと、第1の空燃比調整

手段が第2の空燃比調整手段に切り換えられて触媒Cのモニタモードに突入する。このとき、実線で示す下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O2}$ が基準電圧 $V_{REF}$ 以下(リーン状態)であると、スペシャルP項 $P_{RSP}$ により燃料補正係数 $K_{O2}$ がステップ状に増加し、それに続いて領域(2)および領域(4)でスペシャルI項 $I_{RSP}$ により燃料補正係数 $K_{O2}$ が段階的に増加する。その途中の時刻(3)において、下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O2}$ が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転すると、リッチディレイタイム $t_{RD}$ がセットされてカウンタダウンを開始する。リッチディレイタイム $t_{RD}$ が時刻(5)においてタイムアップすると、今度はスペシャルP項 $P_{LSP}$ により燃料補正係数 $K_{O2}$ がステップ状に減少し、それに続いて領域(6)および領域(8)でスペシャルI項 $I_{LSP}$ により燃料補正係数 $K_{O2}$ が段階的に減少する。そして、前記リッチディレイタイム $t_{LD}$ がタイムアップした時刻(5)にTLの計測が開始され、そのTLの計測は時刻(7)において前記出力電圧 $RV_{O2}$ が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転したときに終了する。同様に、時刻(9)においてリーンディレイタイム $t_{LD}$ がタイムアップしたときに計測を開始したTRは、出力電圧 $RV_{O2}$ が時刻(11)において理論空燃比に対してリーンからリッチに反転したときに計測を終了する。尚、領域(2)では、それ以前にリーンディレイタイム $t_{LD}$ が作動していないため、TRの計測は行われない。

【0080】また、破線で示す上流側 $O_2$  センサFSの出力電圧 $FV_{O2}$ は実線で示す下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O2}$ よりも位相が進んだ状態で推移する。そして、上流側 $O_2$  センサFSの出力電圧 $FV_{O2}$ が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転した瞬間に計測を開始した時間差DLは、下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O2}$ が前記出力電圧 $FV_{O2}$ に遅れて理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの時間に対応するとともに、上流側 $O_2$  センサFSの出力電圧 $FV_{O2}$ が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転した瞬間に計測を開始した時間差DRは、下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O2}$ が前記出力電圧 $FV_{O2}$ に遅れて理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの時間に対応する。

【0081】図18のタイムチャートは、下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O2}$ が基準電圧 $V_{REF}$ 以上(リッチ状態)のときに触媒Cのモニタモードに突入した例を示すものである。この例では領域(2)において時間TRの計測が行われていないが、これは最初の計測が時間TLから開始され、それに引き続いて時間TRの計測が行われるように予めプログラムされているためである

(図13のフローチャートにおけるステップ811～ステップ813参照)。したがって、時間TL, TRに計測中に計測が開始される時間差DL, DRについても、先

ず時間差DLが計測され、それに引き続いて時間差DRが計測されることになる。図18のタイムチャートにおけるその他の点については、前述の図17のタイムチャートと実質的に同一である。

【0082】上述のようにして計測された時間TLは、空燃比をリーン側に移行させるべく燃料補正係数 $K_{O_2}$ をスペシャルP項 $P_{LSP}$ によりステップ状に減少させた瞬間から、実際に下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの遅れ時間に相当する。また時間TRは、空燃比をリッチ側に移行させるべく燃料補正係数 $K_{O_2}$ をスペシャルP項 $P_{RSP}$ によりステップ状に増加させた瞬間から、実際に下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの遅れ時間に相当する。同様に、時間差DLは、空燃比をリーン側に移行させたことにより上流側 $O_2$  センサFSの出力電圧 $FV_{O_2}$ がリッチからリーンに反転した瞬間から、下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの遅れ時間に相当する。また時間TRは、空燃比をリッチ側に移行させたことにより上流側 $O_2$  センサFSの出力電圧 $FV_{O_2}$ が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転した瞬間から、下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの遅れ時間に相当する。

ところで、触媒Cは空燃比がリーン側に移行すると排気ガス中の酸化ガス( $O_2$  および $NO_x$ )を取り込む作用があり、その $O_2$  および $NO_x$ の取り込みが終了すると下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ は理論空燃比に対してリッチからリーンに変化する。また触媒Cは空燃比がリッチ側に移行すると排気ガス中の還元ガス(CO およびHC)を取り込んで既に取り込んだ $O_2$  および $NO_x$ と反応させる作用があり、そのCOおよびHCの取込みが終了すると下流側 $O_2$  センサRSの出力電圧 $RV_{O_2}$ は理論空燃比に対してリーンからリッチに変化する。したがって、前記時間TL、TRの長さ、および時間差DL、DRの長さは触媒Cの $O_2$  ストレージ能力の大きさに比例することになり、その時間TL、TRあるいは時間差DL、DRの長さを劣化した触媒C、すなわち $O_2$  ストレージ能力の低下した触媒Cを判別するためのパラメータとして使用することができる。

【0083】また、時間TLすなわち排気ガス中の $O_2$  および $NO_x$ が完全に触媒Cに取り込まれるまでの時間と、時間TRすなわち既に取り込まれた $O_2$  および $NO_x$ が次に取り込まれたCOおよびHCと完全に反応するまでの時間は密接に関連する。したがって最初に計測された時間TLと、それに続いて計測された時間TRを組合せ、それらTLとTRの平均値 $T_{CHK}$ を用いて触媒Cの $O_2$  ストレージ能力を測定することにより、極めて精密な触媒Cの劣化判定を行うことができる。同様に、上

流側 $O_2$  センサFSの出力電圧 $FV_{O_2}$ の反転は空燃比の変化と比較的短い時間遅れをもって連動するため、時間差DL、DRについても上述と同じことが言える。したがって、最初に計測された時間差DLと、それに続いて計測された時間差DRを組合せ、それらDLとDRの平均値 $D_{CHK}$ を用いて触媒Cの $O_2$  ストレージ能力を測定することにより、極めて精密な触媒Cの劣化判定を行うことができる。

【0084】図22は連続して計測された $TL_1$ 、 $TR_1$ 、 $TL_2$ 、 $TR_2$ 、 $TL_3$ 、 $TR_3$ 、…の値とその平均を示すものである。ここで、規定の順(TL→TRの順)に連続して計測された $TL_1$ と $TR_1$ の平均 $A_1$ と、同じく規定の順(TL→TRの順)に連続して計測された $TL_2$ と $TR_2$ の平均値 $A_2$ は略一致しており、精度の高い触媒Cの劣化検出が行なえることを示している。しかしながら、規定の順と異なって(TR→TLの順)計測された $TR_1$ と $TL_2$ の平均値 $B_1$ と、同じく規定の順と異なって(TR→TLの順)計測された $TR_2$ と $TL_3$ の平均値 $B_2$ は上下に大きなバラツキを持っており、その検出精度が悪化することを示している。時間差DL、DRについても、規定の順(DL→DRの順)で計測した時間差DL、DRの平均を用いれば、同様に精度の高い触媒Cの劣化検出を行うことができる。

【0085】尚、触媒Cの劣化を判定する時間とし、前述のTLとTRの平均値あるいはDLとDRの平均値を用いる代わりに、規定の順に計測されたTLとTRの和あるいは規定の順に計測されたDLとDRの和を用いることができる。

【0086】以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明を逸脱することなく種々の小設計変更を行うことが可能である。

【0087】

【発明の効果】以上のように本発明の第1の特徴によれば、第1の時間計測手段が計測した時間、すなわち空燃比が理論空燃比に対してリッチ側からリーン側に変化した時点から下流側 $O_2$  センサの出力が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの時間と、第2の時間計測手段が計測した時間、すなわち空燃比が理論空燃比に対してリーン側からリッチ側に変化した時点から下流側 $O_2$  センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの時間とに基づいて触媒の劣化判定を行う際に、第1の時間計測手段が計測した時間と、その時間に引き続いて第2の時間計測手段が計測した時間との和もしくは平均に基づいて触媒劣化判別手段が触媒の劣化判定を行っているため、相互に密接に関連する触媒が $O_2$  および $NO_x$ を吸着する時間と、それに続く触媒がCOおよびHCを吸着する時間の両方が適切に考慮される。その結果、触媒の $O_2$  ストレージ能力を精密

に検出して正確な触媒の劣化判定を行うことが可能となる。

【0088】また本発明の第2の特徴によれば、第1の時間計測手段が計測した時間差、すなわち空燃比が理論空燃比に対してリッチ側からリーン側に変化した後に、上流側 $O_2$  センサの出力が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転してから下流側 $O_2$  センサの出力が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの時間差と、第2の時間計測手段が計測した時間差、すなわち空燃比が理論空燃比に対してリーン側からリッチ側に変化した後に、上流側 $O_2$  センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転してから下流側 $O_2$  センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの時間差とに基づいて触媒の劣化判定を行う際に、第1の時間計測手段が計測した時間差と、その時間差に引き続いて第2の時間計測手段が計測した時間差との和もしくは平均に基づいて触媒劣化判別手段が触媒の劣化判定を行っているので、相互に密接に関連する触媒が $O_2$  および $NO_x$  を吸着する時間と、それに続く触媒がCOおよびHCを吸着する時間の両方が適切に考慮される。その結果、触媒の $O_2$  ストレージ能力を精密に検出して正確な触媒の劣化判定を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】クレーム対応図

【図2】燃料供給制御装置の全体構成図

【図3】補正係数 $K_{O_2}$ を設定するプログラムのフローチャートの第1分図

【図4】補正係数 $K_{O_2}$ を設定するプログラムのフローチャートの第2分図

【図5】第1の空燃比調整手段のプログラムのフローチャートの第1分図

【図6】第1の空燃比調整手段のプログラムのフローチャートの第2分図

【図7】第2の空燃比調整手段のプログラムのフローチャート

【図8】図7のステップ301のサブルーチンを示すフローチャート

【図9】図7のステップ308のサブルーチンを示すフ

ローチャート

【図10】図7のステップ312のサブルーチンを示すフローチャート

【図11】図7のステップ313のサブルーチンを示すフローチャートの第1分図

【図12】図7のステップ313のサブルーチンを示すフローチャートの第2分図

【図13】図7のステップ310のサブルーチンを示すフローチャートの第1分図

【図14】図7のステップ310のサブルーチンを示すフローチャートの第2分図

【図15】図10のステップ314のサブルーチンを示すフローチャート

【図16】図10のステップ305のサブルーチンを示すフローチャート

【図17】補正係数 $K_{O_2}$ の変化を示すタイムチャート

【図18】補正係数 $K_{O_2}$ の変化を示すタイムチャート

【図19】出力電圧 $RV_{O_2}$ と補正項 $R_R$ 、 $R_L$ の関係を示すグラフ

【図20】出力電圧 $RV_{O_2}$ と補正項 $\Delta K_R$ 、 $\Delta K_L$ の関係を示すグラフ

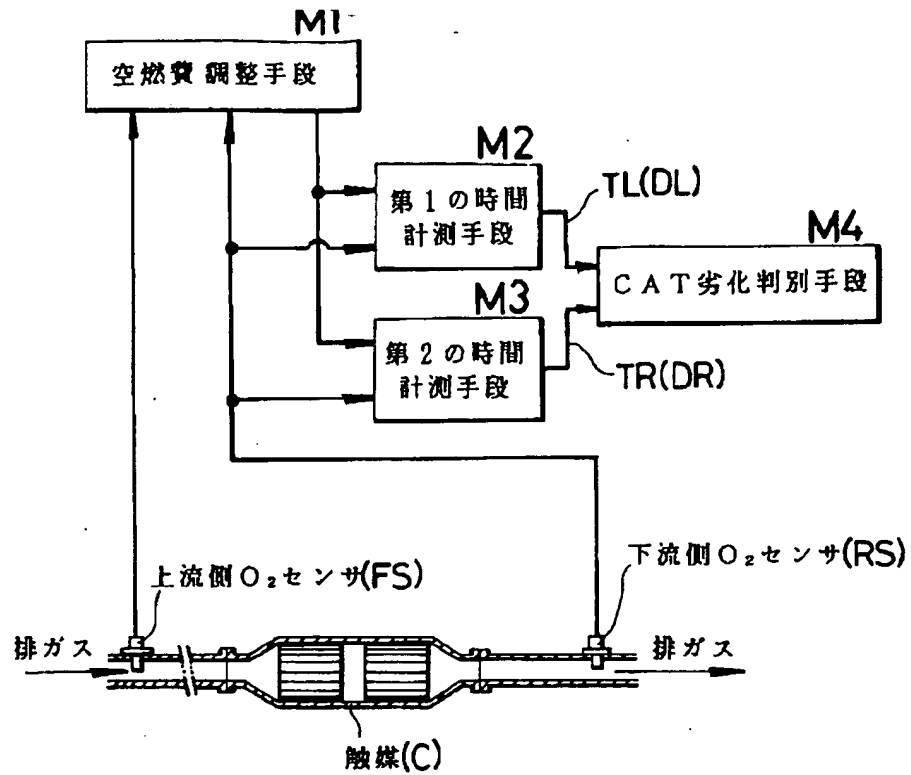
【図21】触媒浄化率と計測時間Tの関係を示すグラフ

【図22】時間 $TL$ 、 $TR$ とその平均値を示すグラフ

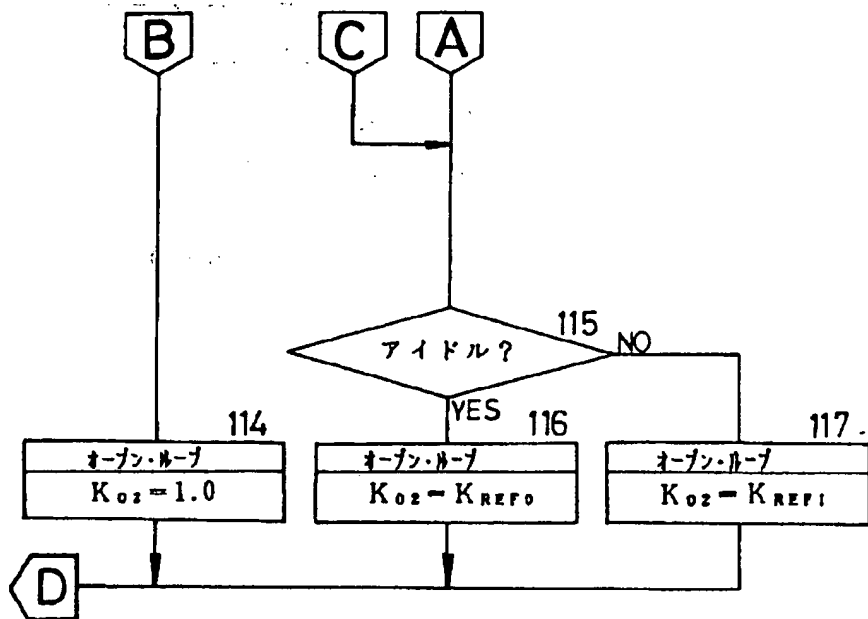
【符号の説明】

M1	空燃比調整手段
M2	第1の時間計測手段
M3	第2の時間計測手段
M4	触媒劣化判別手段
FS	上流側 $O_2$ センサ
RS	下流側 $O_2$ センサ
$FV_{O_2}$	上流側 $O_2$ センサの出力電圧
$RV_{O_2}$	下流側 $O_2$ センサの出力電圧
TL	第1の時間
TR	第2の時間
DL	第1の時間差
DR	第2の時間差
C	触媒
E	エンジン

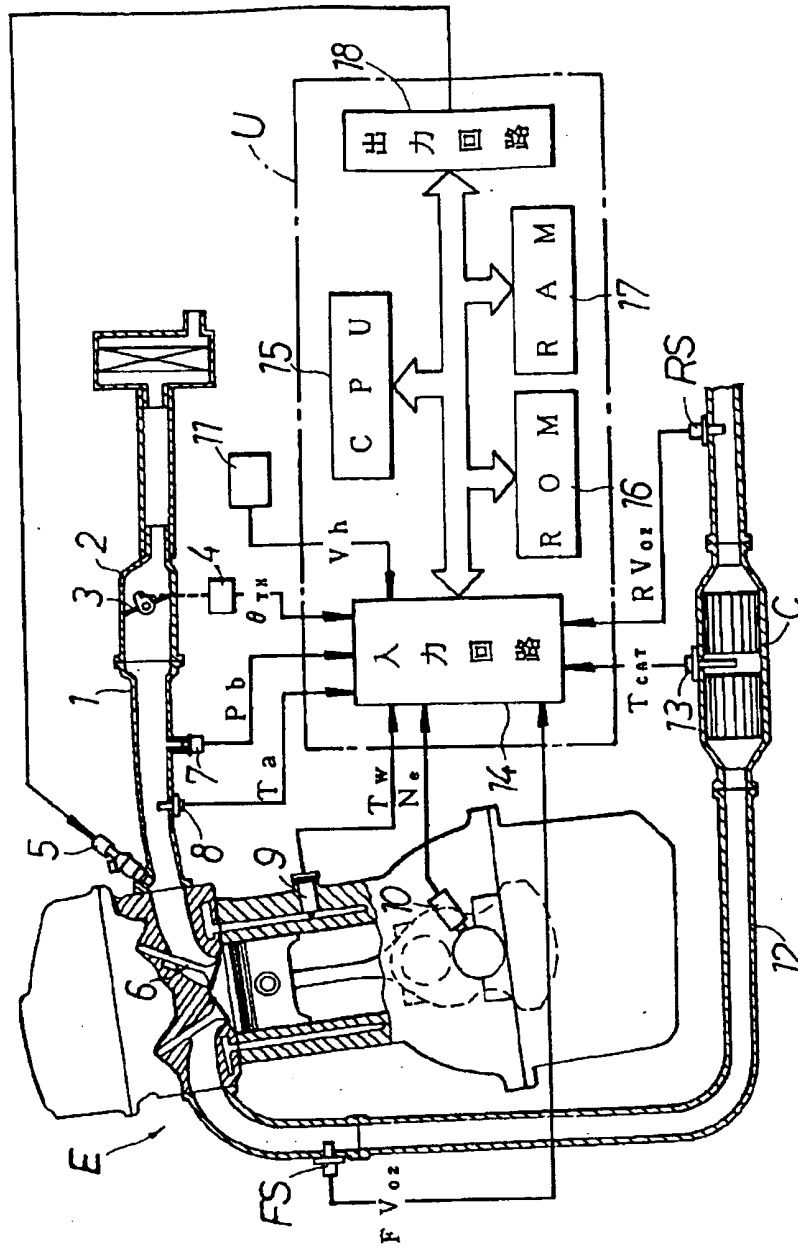
【図1】



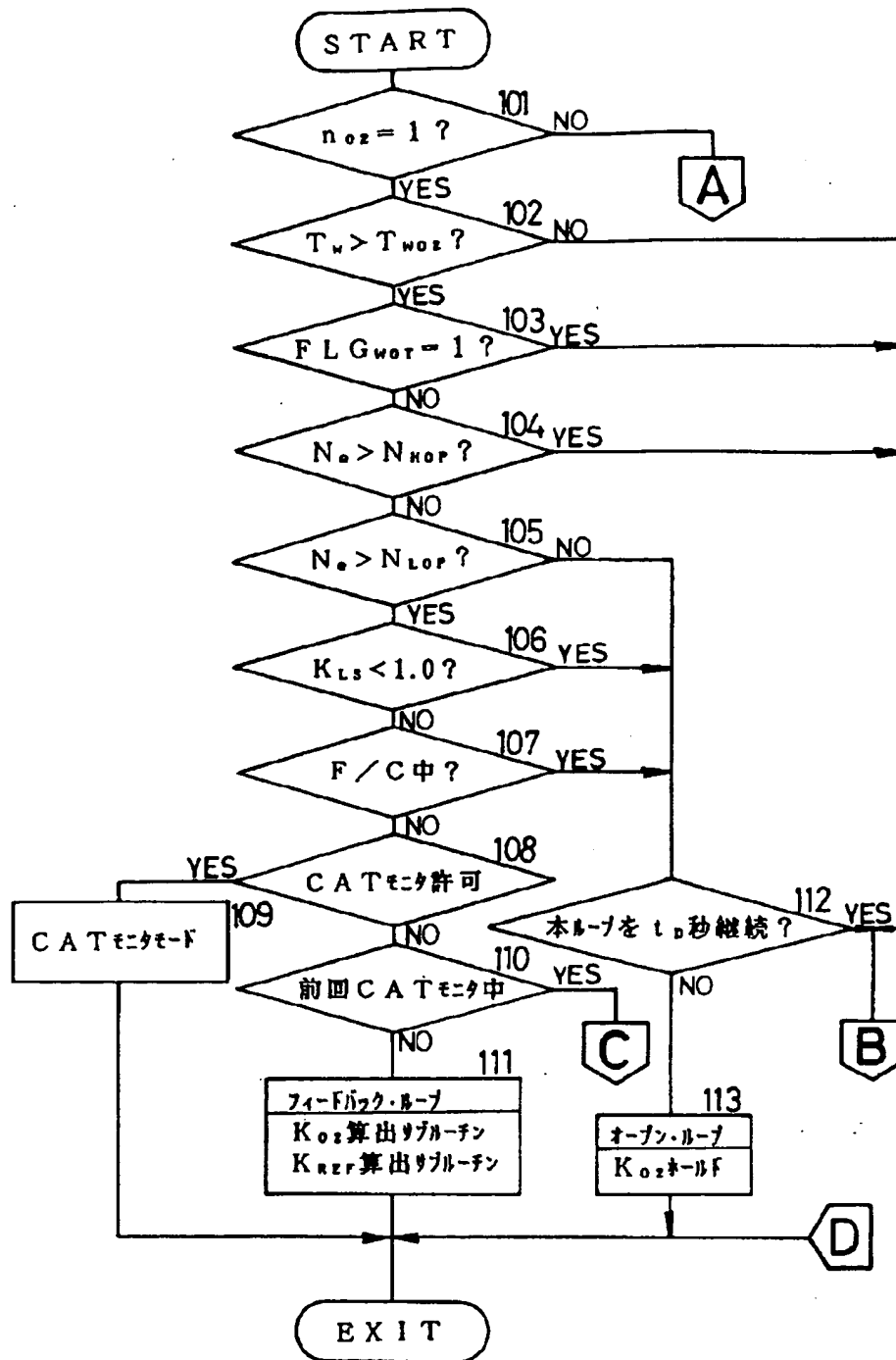
【図4】



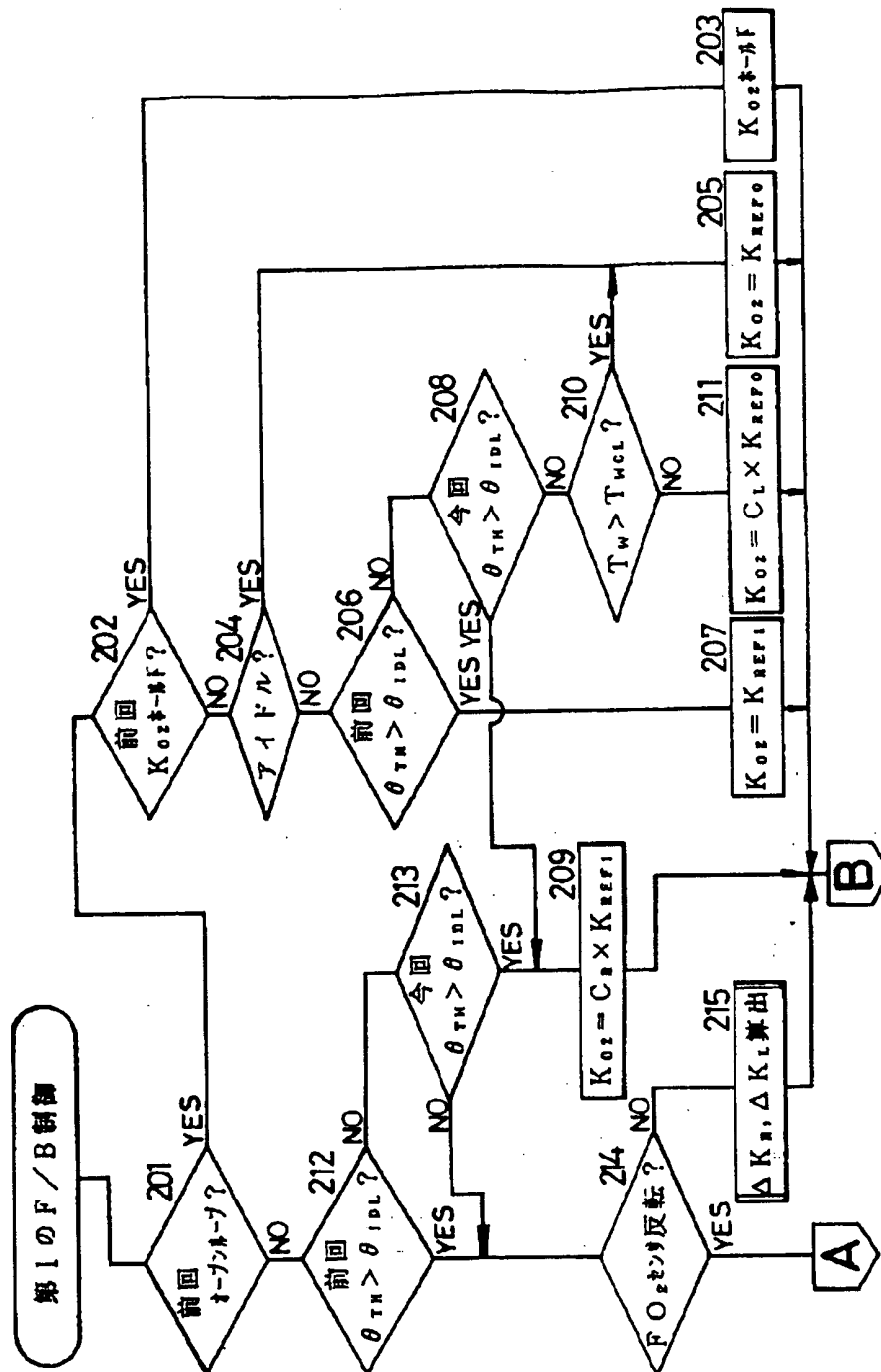
【図2】



【図3】

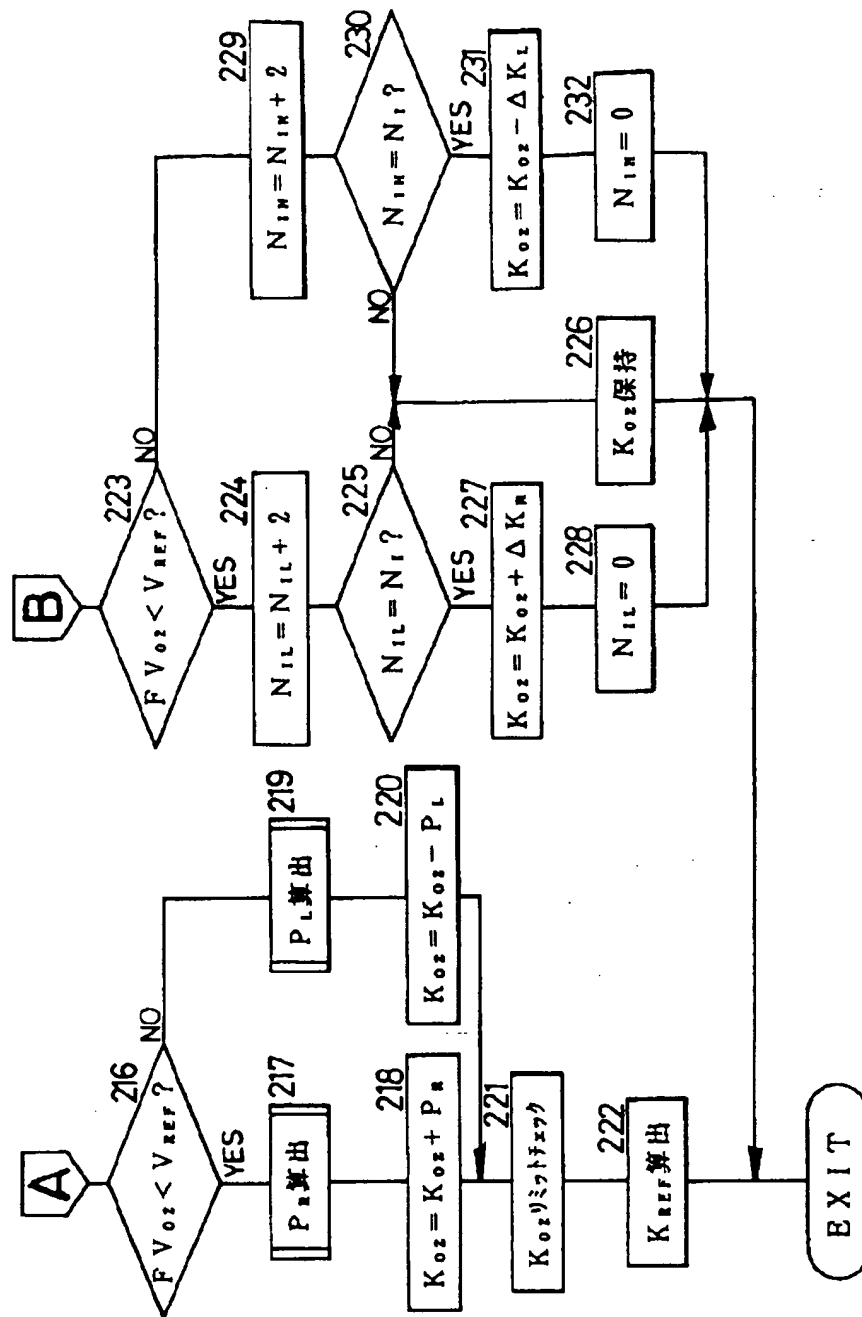


-16-

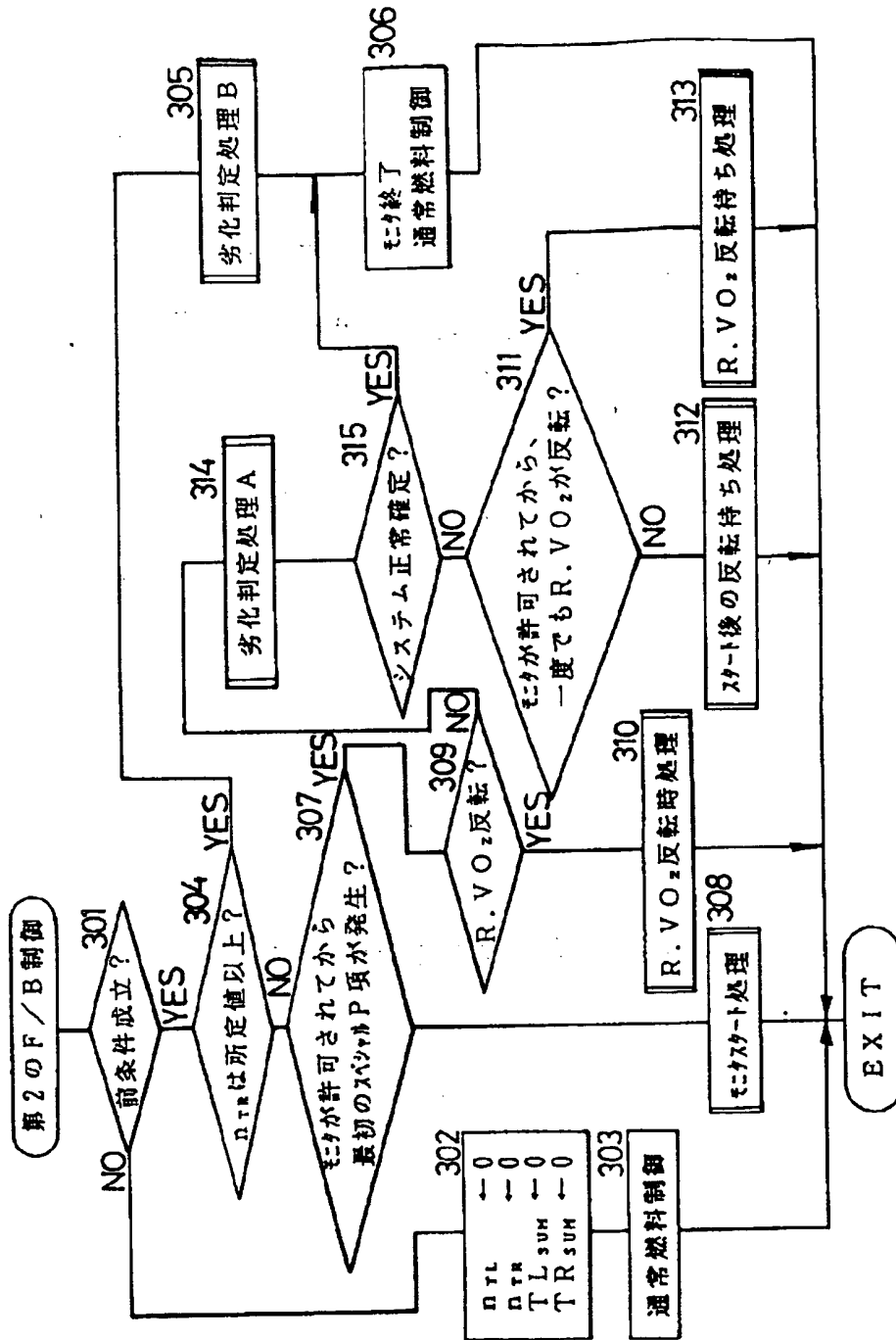




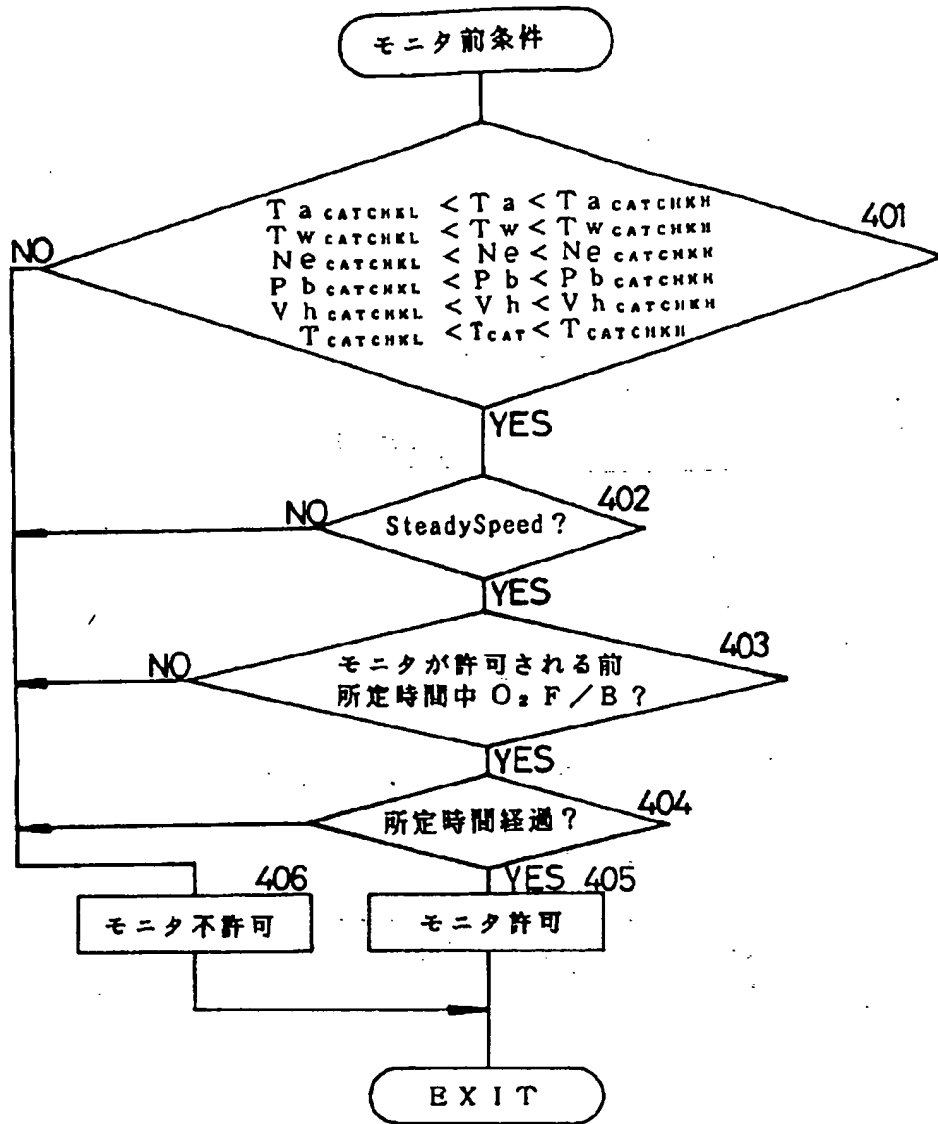
【図6】



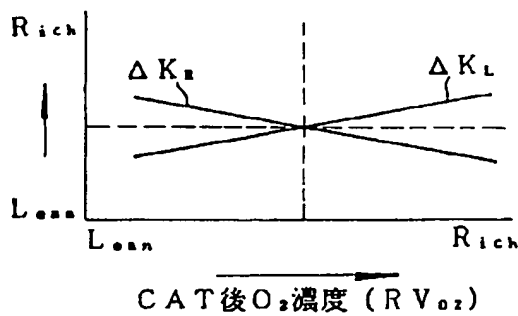
【図7】



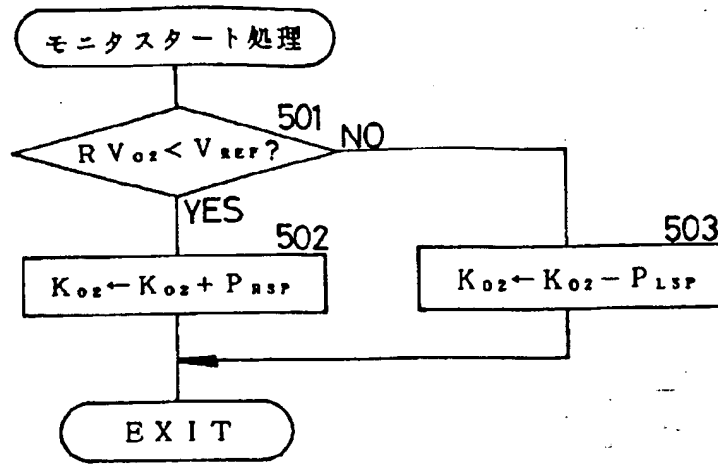
【図8】



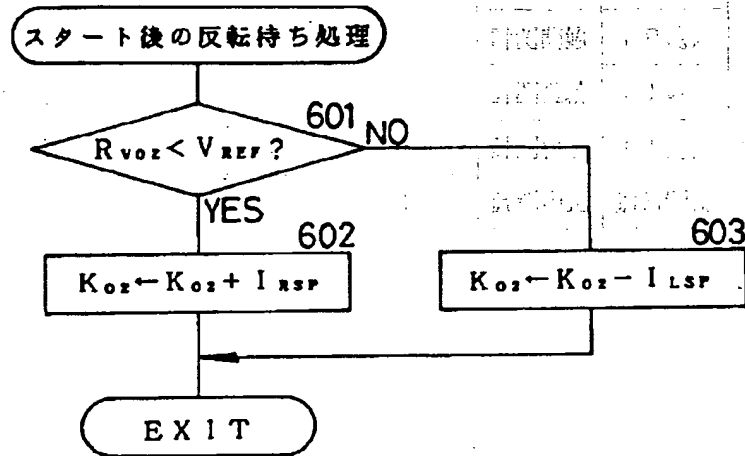
【図20】



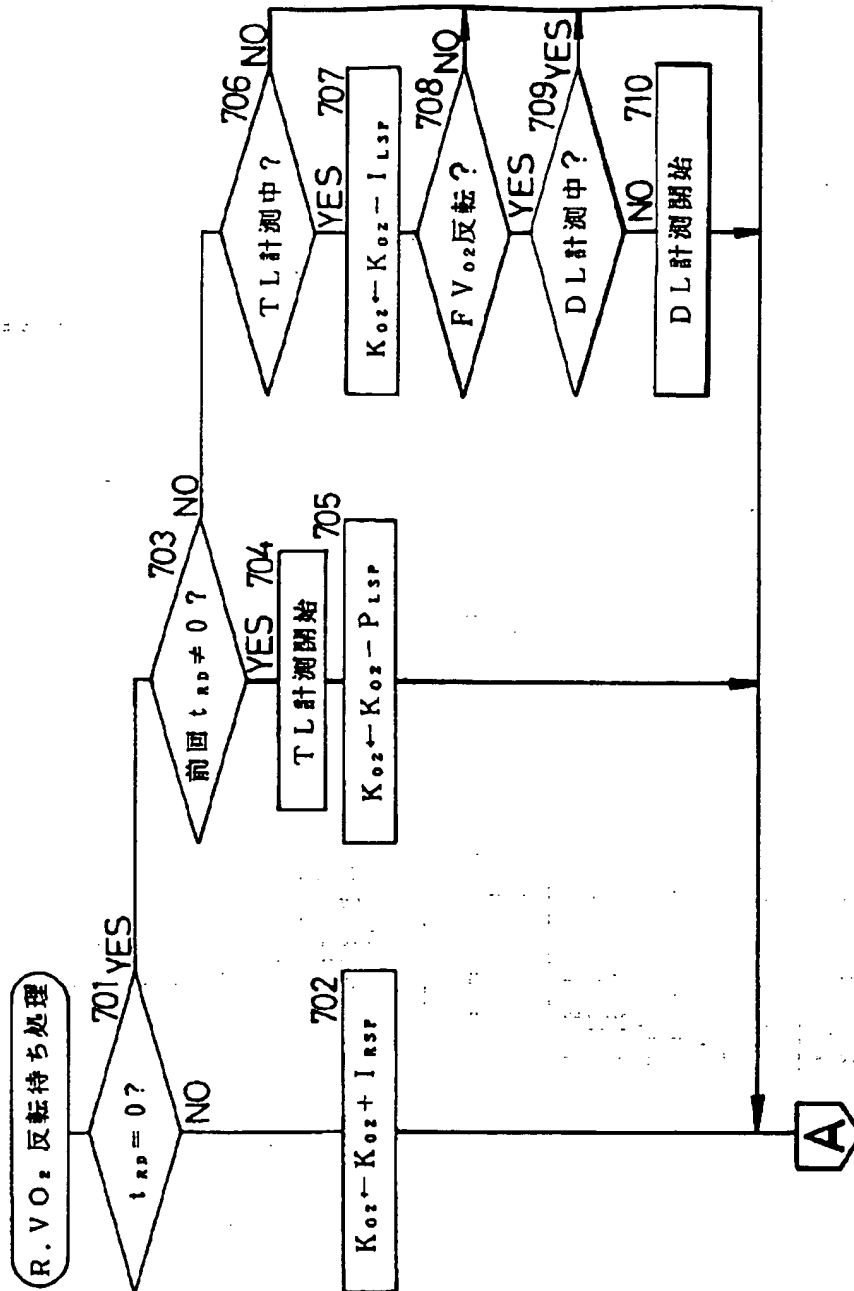
【図9】



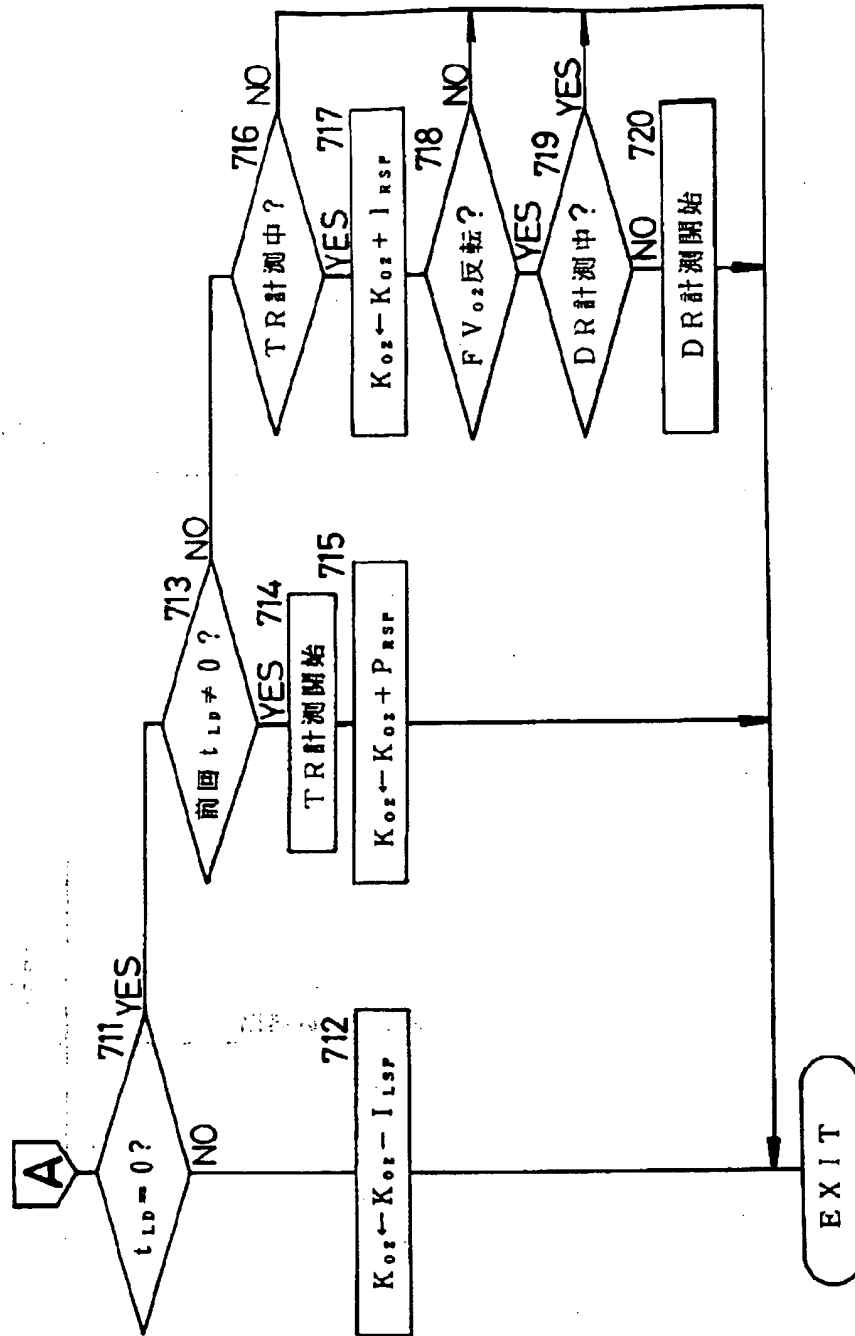
【図10】



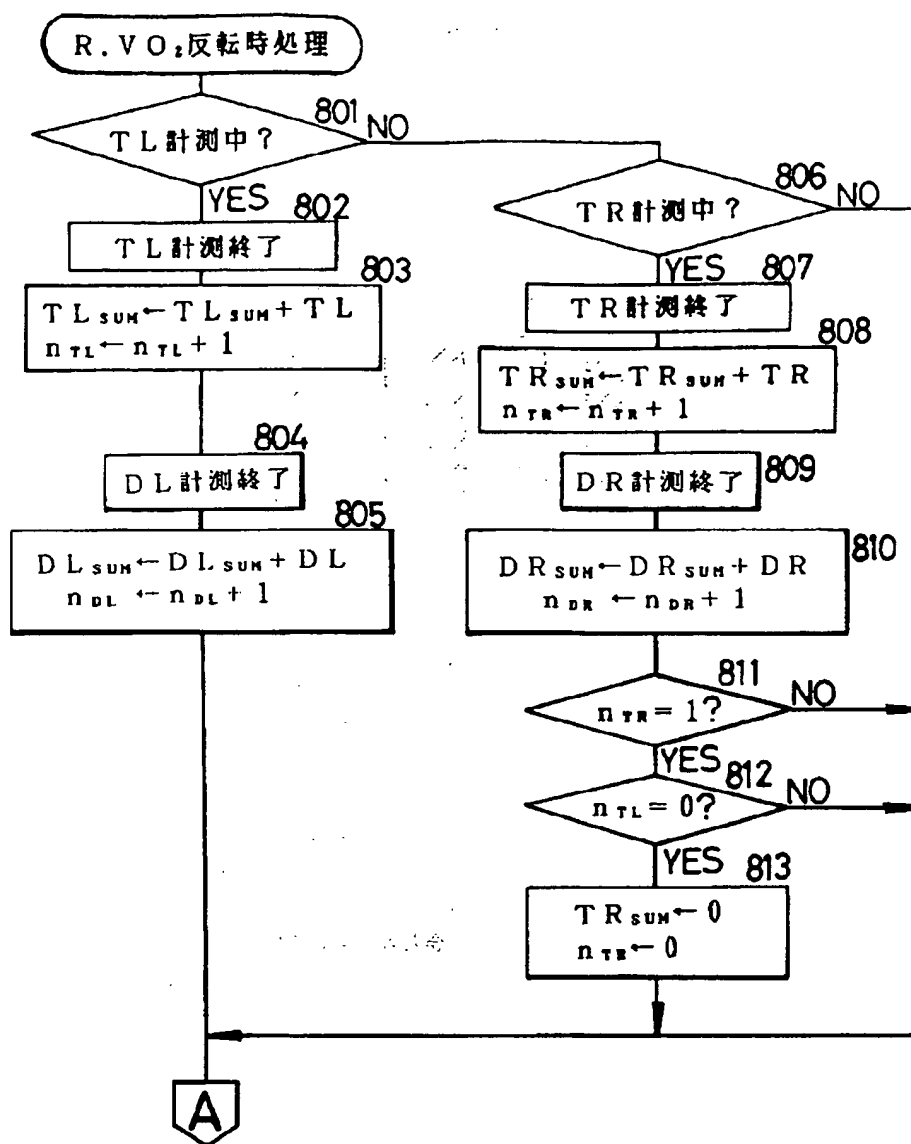
【図11】



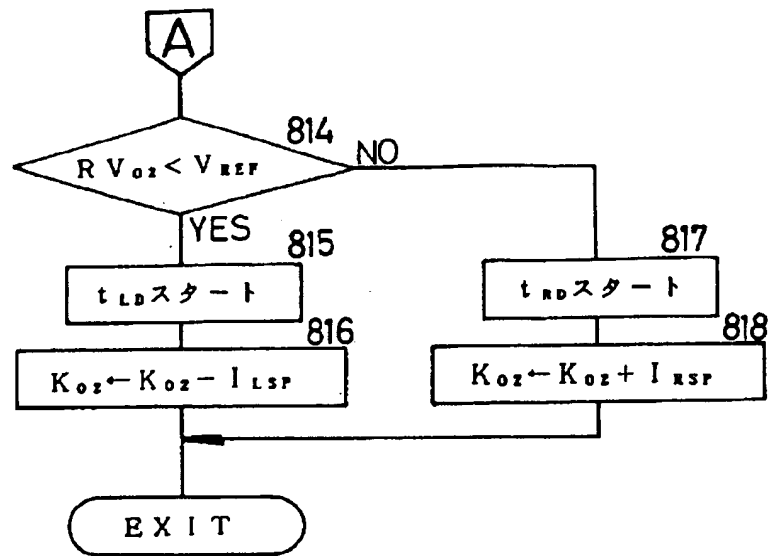
【図12】



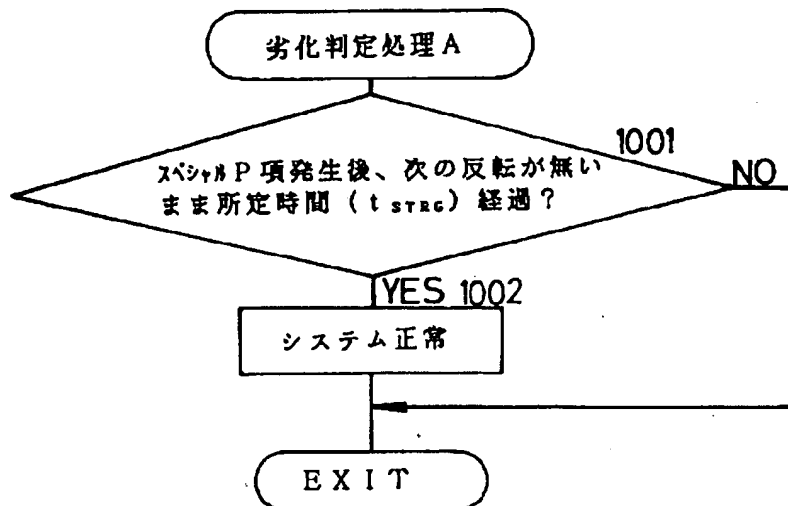
【図13】



【図14】

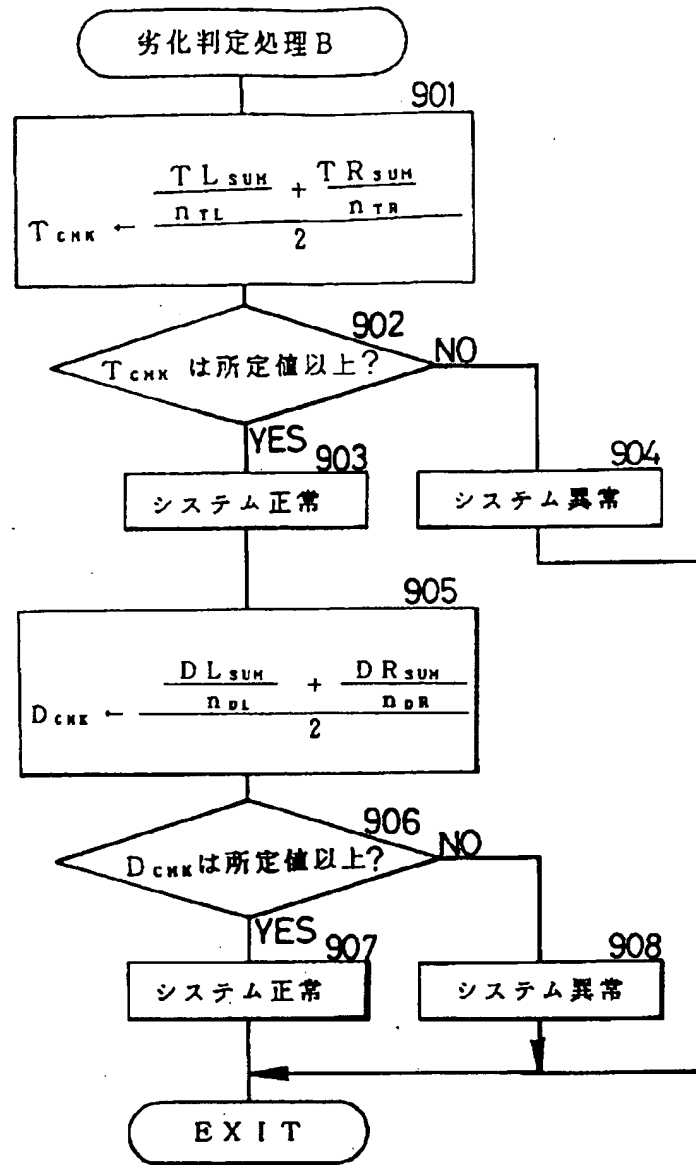


【図15】

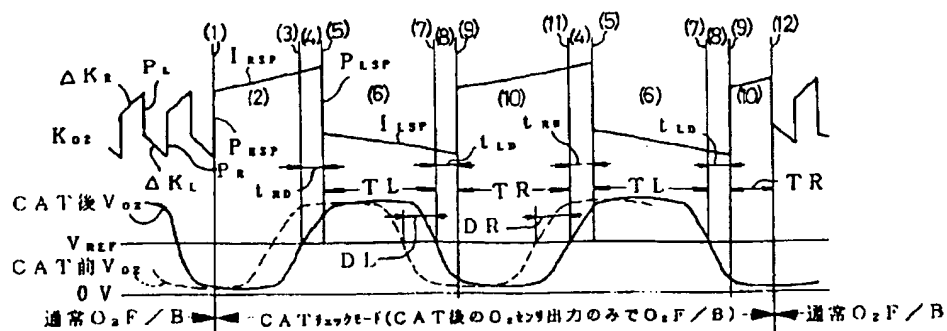




【図16】

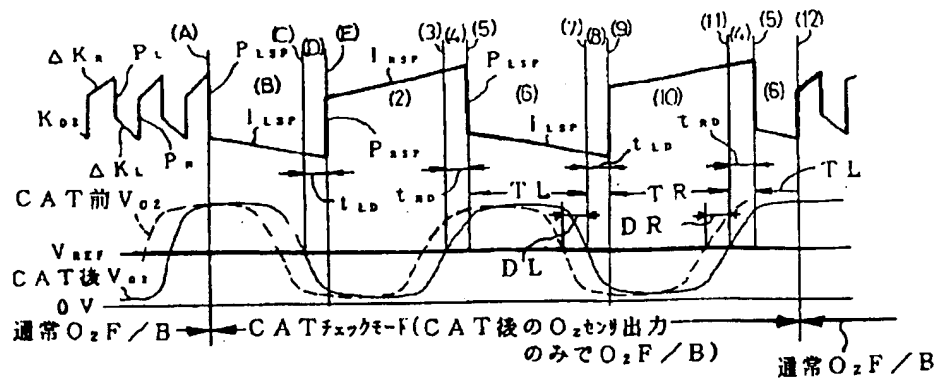


【図17】



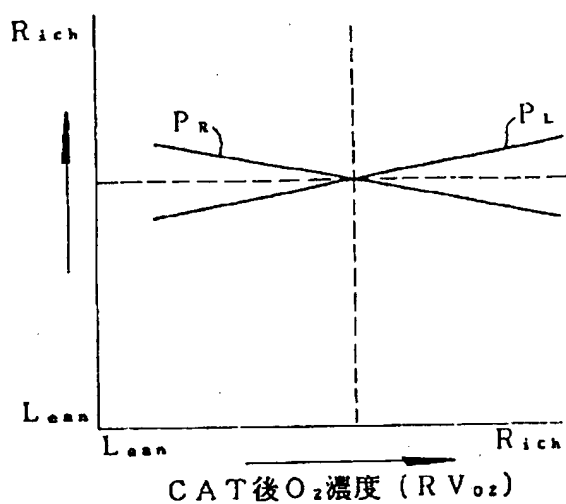
	$RV_{O_2}$	$t_{RD}$	$t_{LD}$	TL	TR	$K_{O_2}$	$t_{STRG}$
1	$< V_{REF}$	0	0	0	0	$+P_{RSP}$	セット
2	$< V_{REF}$	0	0	0	0	$+I_{RSP}$	カウントダウン
3	反転	セット	0	0	0	$+I_{RSP}$	
4	$> V_{REF}$	カウントダウン	0	0	0	$+I_{RSP}$	
5	$> V_{REF}$	0	0	計測開始	0	$-P_{LSP}$	セット
6	$> V_{REF}$	0	0	計測継続	0	$-I_{LSP}$	カウントダウン
7	反転	0	セット	計測終了	0	$-I_{LSP}$	
8	$< V_{REF}$	0	カウントダウン	0	0	$-I_{LSP}$	
9	$< V_{REF}$	0	0	0	計測開始	$+P_{RSP}$	セット
10	$< V_{REF}$	0	0	0	計測継続	$+I_{RSP}$	カウントダウン
11	反転	セット	0	0	計測終了	$+I_{RSP}$	
12	$< V_{REF}$	0	0	0	計測中止	通常制御	

【図18】

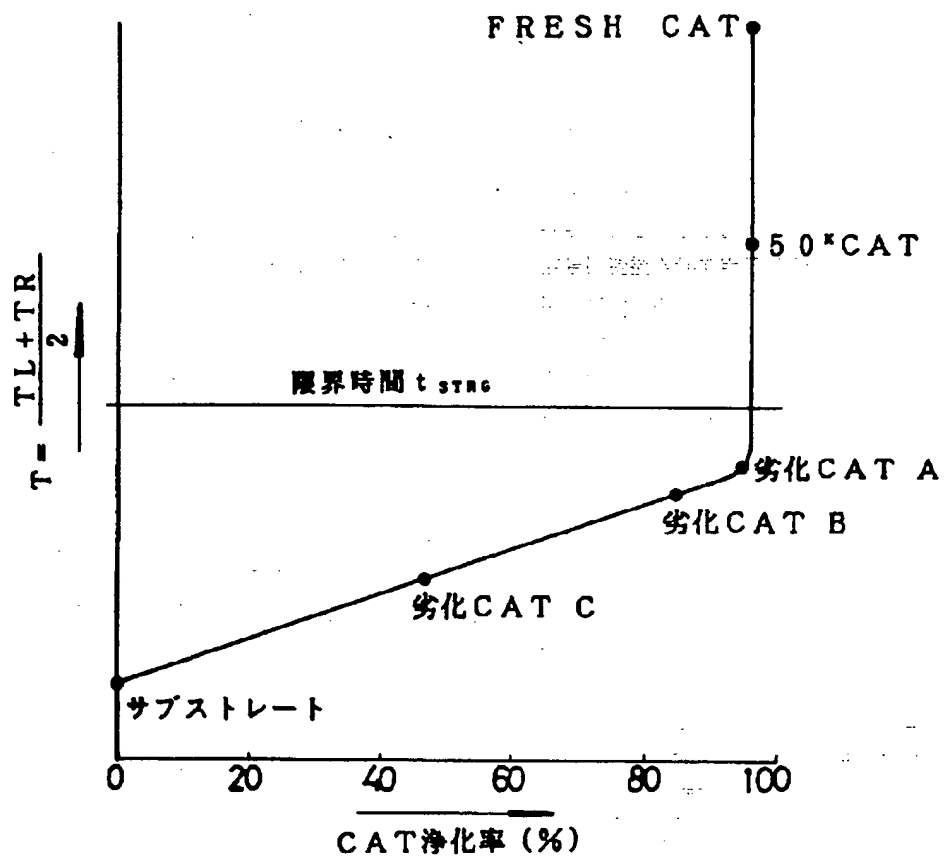


	RV <sub>O2</sub>	t <sub>RD</sub>	t <sub>LD</sub>	TL	TR	K <sub>O2</sub>	t <sub>STRG</sub>
A	> V <sub>REF</sub>	0	0	0	0	-P <sub>LSP</sub>	セット
B	> V <sub>REF</sub>	0	0	0	0	-I <sub>LSP</sub>	カウントダウン
C	反転	0	セット	0	0	-I <sub>LSP</sub>	
D	< V <sub>REF</sub>	0	カウントダウン	0	0	-I <sub>LSP</sub>	
E	< V <sub>REF</sub>	0	0	0	0	+P <sub>RSP</sub>	セット
2	< V <sub>REF</sub>	0	0	0	0	+I <sub>RSP</sub>	カウントダウン
3	反転	セット	0	0	0	+I <sub>RSP</sub>	
4	> V <sub>REF</sub>	カウントダウン	0	0	0	+I <sub>RSP</sub>	
5	> V <sub>REF</sub>	0	0	計測開始	0	-P <sub>RSP</sub>	セット
6	> V <sub>REF</sub>	0	0	計測継続	0	-I <sub>LSP</sub>	カウントダウン
7	反転	0	セット	計測終了	0	-I <sub>LSP</sub>	
8	< V <sub>REF</sub>	0	カウントダウン	0	0	-I <sub>LSP</sub>	
9	< V <sub>REF</sub>	0	0	0	計測開始	+P <sub>RSP</sub>	セット
10	< V <sub>REF</sub>	0	0	0	計測継続	+I <sub>RSP</sub>	カウントダウン
11	反転	セット	0	0	計測終了	+I <sub>RSP</sub>	
12	> V <sub>REF</sub>	0	0	0	計測中止	通常制御	

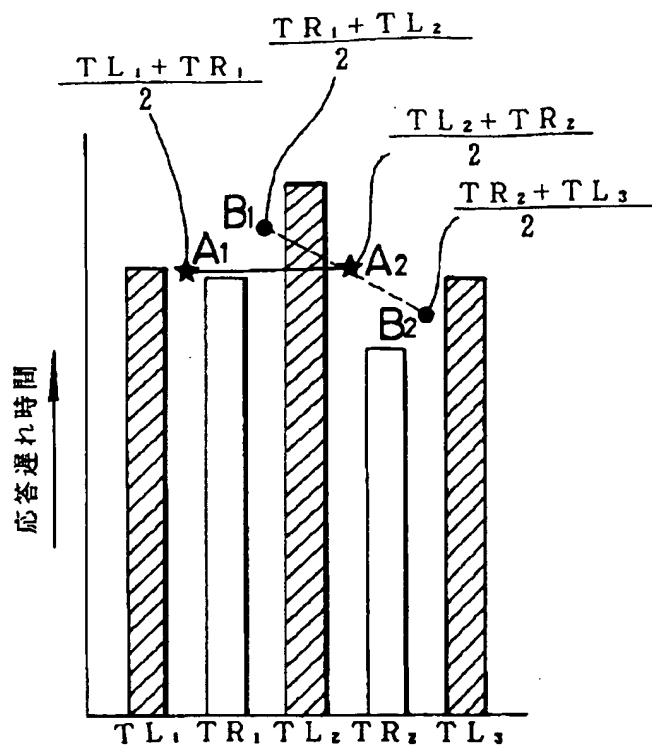
【図19】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 丸山 洋

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

**BLANK PAGE**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**BLANK PAGE**